



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103516407 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 15

(21) 申请号 201210214899. 8

(22) 申请日 2012. 06. 27

(71) 申请人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为
总部办公楼

(72) 发明人 程宏 王锐 杜颖钢 戎璐

(51) Int. Cl.

H04B 7/04 (2006. 01)

H04L 5/14 (2006. 01)

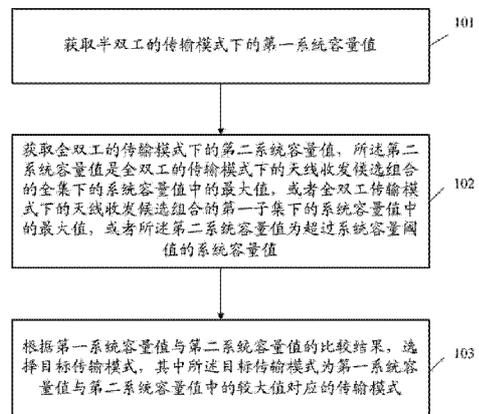
权利要求书10页 说明书32页 附图17页

(54) 发明名称

传输模式选择方法、天线收发组合确定方法、
装置及系统

(57) 摘要

本发明实施例公开了一种传输模式选择方法、天线收发组合确定方法、装置及系统,其中该传输模式选择方法包括:获取半双工的传输模式下的第一系统容量值;获取全双工的传输模式下的第二系统容量值,所述第二系统容量值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统容量值中的最大值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第一子集下的系统容量值中的最大值,或者所述第二系统容量值为超过系统容量阈值的系统容量值;根据第一系统容量值与第二系统容量值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统容量值与第二系统容量值中的较大值对应的传输模式。换言之,在多天线系统运行的当前信道条件下,根据系统容量较大化或最大化的准则,选择使得系统容量较大化或最大化的传输模式,从而在系统的当前信道条件下,使得系统性能较优或最优。



1. 一种传输模式选择方法,其特征在于,该方法包括:

获取半双工的传输模式下的第一系统容量值;

获取全双工的传输模式下的第二系统容量值,所述第二系统容量值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统容量值中的最大值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第一子集下的系统容量值中的最大值,或者所述第二系统容量值为超过系统容量阈值的系统容量值;

根据第一系统容量值与第二系统容量值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统容量值与第二系统容量值中的较大值对应的传输模式。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据第一系统容量值与第二系统容量值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统容量值与第二系统容量值中的较大值对应的传输模式的步骤,包括:

如果第二系统容量值大于第一系统容量值,则选择全双工的传输模式;

如果第二系统容量值小于第一系统容量值,则选择半双工的传输模式。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,该方法应用于包括M根天线的第一通信设备和包括N根天线的第二通信设备的无线通信系统中,M和N为大于1的整数,如果目标传输模式为全双工的传输模式,所述方法进一步包括:

基于第二系统容量值对应的天线收发组合进行全双工的数据传输,其中,所述第二系统容量值对应的天线收发组合表示使用全双工的传输模式进行传输时第一通信设备上的M根天线中各个天线的传输模式,及第二通信设备上的N根天线中各个天线的传输模式,其中所述天线的传输模式为接收信号或发射信号,其中所述包括N根天线的第二通信设备是单一的通信设备,或者是多个通信设备的集合。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述系统容量阈值为第一系统容量值,或者所述系统容量阈值为第一系统容量值与调整值的和值,或者,所述系统容量阈值为历史时钟周期下的,全双工的传输模式下的平均系统容量值或最高系统容量值,或者,所述系统容量阈值为历史时钟周期下的,半双工的传输模式下的平均系统容量值或最高系统容量值。

5. 根据权利要求1至4任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

于第一计算时间阈值内,计算全双工传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统容量值;

其中,所述第一计算时间阈值内进行系统容量值计算的、全双工传输模式下的多种天线收发候选组合构成所述第一子集。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述全双工的传输模式下的一种天线收发组合的系统容量值是通过如下方法计算得到的:

基于所述系统的信道矩阵的S种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将系统的信道矩阵划分为四个子矩阵,或者,基于由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的S种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵划分为四个子矩阵;

选择主对角线上的两个子矩阵和副对角线上的两个子矩阵,并基于主对角线上的两个子矩阵计算第一系统容量候选值,基于副对角线上的两个子矩阵计算第二系统容量候选

值；

确定第一系统容量候选值与第二系统容量候选值中的较大值为对应于所述当前矩阵划分方式下的系统容量值；

其中，S 为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集，或者为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集的所述第一子集；

所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合，或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合；

其中，S 为大于或等于 1 的整数。

7. 一种传输模式选择方法，其特征在于，该方法包括：

获取半双工的传输模式下的第一系统发射功率值；

获取全双工的传输模式下的第二系统发射功率值，所述第二系统发射功率值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统发射功率值中的最小值，或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第二子集下的系统发射功率值中的最小值，或者所述第二系统发射功率值为小于系统发射功率阈值的系统发射功率值；

根据第一系统发射功率值与第二系统发射功率值的比较结果，选择目标传输模式，其中所述目标传输模式为第一系统发射功率值与第二系统发射功率值中的较小值对应的传输模式。

8. 根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述根据第一系统发射功率值与第二系统发射功率值的比较结果，选择目标传输模式，其中所述目标传输模式为第一系统发射功率值与第二系统发射功率值中的较小值对应的传输模式的步骤，包括：

如果第二系统发射功率值小于第一系统发射功率值，则选择全双工的传输模式；

如果第二系统发射功率值大于第一系统发射功率值，则选择半双工的传输模式。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的方法，其特征在于，应用于包括 M 根天线的第一通信设备和包括 N 根天线的第二通信设备的无线通信系统中，M 和 N 为大于 1 的整数，如果目标传输模式为全双工的传输模式，所述方法进一步包括：

基于第二系统发射功率值对应的天线收发组合进行全双工的数据传输，其中，所述第二系统发射功率值对应的天线收发组合表示使用全双工的传输模式进行传输时，第一通信设备上的 M 根天线中各个天线的传输模式，及，第二通信设备上的 N 根天线中各个天线的传输模式，其中所述天线的传输模式为接收信号或发射信号，其中所述包括 N 根天线的第二通信设备是单一的通信设备，或者是多个通信设备的集合。

10. 根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述系统发射功率阈值为第一系统发射功率值，或者所述系统发射功率阈值为第一系统发射功率值与调整值的差值，或者，所述系统发射功率阈值为历史时钟周期下的，全双工的传输模式下的平均系统发射功率值或最低系统发射功率值，或者，所述系统发射功率阈值为历史时钟周期下的，半双工的传输模式下的平均系统发射功率值或最低系统发射功率值。

11. 根据权利要求 7 至 10 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

于第二计算时间阈值内，计算全双工传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系

统发射功率值；

其中，所述第二计算时间阈值内进行系统发射功率值计算的、全双工传输模式下的多种天线收发候选组合构成所述第二子集。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述全双工的传输模式下的一种天线收发组合的系统发射功率值是通过如下方法计算得到的：

基于所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式，将系统的信道矩阵划分为四个子矩阵，或者，基于由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式，将由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵划分为四个子矩阵；

选择主对角线上的两个子矩阵和副对角线上的两个子矩阵，并基于主对角线上的两个子矩阵计算第一系统发射功率候选值，基于副对角线上的两个子矩阵计算第二系统发射功率候选值；

确定第一系统发射功率候选值与第二系统发射功率候选值中的较小值为对应于所述当前矩阵划分方式下的系统发射功率值；

其中，S 为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集，或者为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集的所述第二子集；

所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合，或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合；

其中，S 为大于或等于 1 的整数。

13. 一种全双工的传输模式下天线收发组合确定方法，其特征在于，该方法包括：

获取全双工的传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值，其中所述多种天线收发候选组合为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集，或者为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集的第三子集；

从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择最优性能评估值，或者，从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择优于系统性能阈值的性能评估值；

确定所述最优性能评估值或目标性能评估值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述获取全双工的传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值，包括：

计算全双工传输模式下的对应于所有天线收发候选组合的系统容量值；其中，全双工传输模式下的所有天线收发候选组合构成所述全集；或者，在第一计算时间阈值内，计算全双工传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统容量值；其中，所述第一计算时间阈值内进行系统容量值计算的、全双工传输模式下的多种天线收发候选组合构成所述第三子集；

所述从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择最优性能评估值，或者，从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择优于系统性能阈值的

目标性能评估值,包括:

从所述对应于多种天线收发候选组合的系统容量值中选择最大系统容量值,或者,从所述对应于多种天线收发候选组合的系统容量值中选择超过系统容量阈值的目标系统容量值;

所述确定所述最优性能评估值或目标性能评估值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式,包括:

确定所述最大系统容量值或目标系统容量值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,其特征在于,所述计算全双工传输模式下的一种天线收发组合下的系统容量值,包括:

基于所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将系统的信道矩阵划分为四个子矩阵,或者,基于由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵划分为四个子矩阵;

选择主对角线上的两个子矩阵和副对角线上的两个子矩阵,并基于主对角线上的两个子矩阵计算第一系统容量候选值,基于副对角线上的两个子矩阵计算第二系统容量候选值;

确定第一系统容量候选值与第二系统容量候选值中的较大值为对应于所述当前矩阵划分方式下的系统容量值;

其中, S 为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集,或者为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集的所述第三子集;

所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合,或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合;

其中, S 为大于或等于 1 的整数。

16. 根据权利要求 13 所述的方法,其特征在于,所述获取全双工的传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值,包括:

计算全双工传输模式下的对应于所有天线收发候选组合的系统发射功率值;其中,全双工传输模式下的所有天线收发候选组合构成所述全集;或者,在第二计算时间阈值内,计算全双工传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统发射功率值;其中,所述第二计算时间阈值内进行系统发射功率值计算的、全双工传输模式下的多种天线收发候选组合构成所述第三子集;

所述从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择最优性能评估值,或者,从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择优于系统性能阈值的目标性能评估值,包括:从所述对应于多种天线收发候选组合的系统发射功率值中选择最小系统发射功率值,或者,从所述对应于多种天线收发候选组合的系统发射功率值中选择小于系统发射功率阈值的目标系统发射功率值;

所述确定所述最小性能评估值或目标性能评估值对应的天线收发候选组合为被采用

的天线收发组合方式,包括:

确定所述最小系统发射功率值或目标系统发射功率值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,其特征在于,所述计算全双工传输模式下的一种天线收发组合下的系统发射功率值,包括:

基于所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将系统的信道矩阵划分为四个子矩阵,或者,基于由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵划分为四个子矩阵;

选择主对角线上的两个子矩阵和副对角线上的两个子矩阵,基于主对角线上的两个子矩阵计算第一系统发射功率候选值,基于副对角线上的两个子矩阵计算第二系统发射功率候选值;

确定第一系统发射功率候选值与第二系统发射功率候选值中的较小值为对应于所述当前矩阵划分方式下的系统发射功率值;

其中, S 为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集,或者为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集的所述第三子集;

所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合,或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合;

其中, S 为大于或等于 1 的整数。

18. 一种传输模式选择装置,其特征在于,该方法包括:

第一系统容量值获取单元,用于获取半双工的传输模式下的第一系统容量值;

第二系统容量值获取单元,用于获取全双工的传输模式下的第二系统容量值,所述第二系统容量值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统容量值中的最大值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第一子集下的系统容量值中的最大值,或者所述第二系统容量值为超过系统容量阈值的系统容量值;

第一传输模式选择单元,用于根据所述第一系统容量值获取单元输出的第一系统容量值与所述第二系统容量值获取单元输出的第二系统容量值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为所述第一系统容量值与第二系统容量值中的较大值对应的传输模式。

19. 根据权利要求 18 所述的装置,其特征在于,所述第一传输模式选择单元具体用于:如果所述第二系统容量值获取单元输出的第二系统容量值大于所述第一系统容量值获取单元输出的第一系统容量值,则选择全双工的传输模式;如果所述第二系统容量值获取单元输出的第二系统容量值小于所述第一系统容量值获取单元输出的第一系统容量值,则选择半双工的传输模式。

20. 根据权利要求 18 或 19 所述的装置,其特征在于,应用于包括 M 根天线的第一通信设备和包括 N 根天线的第二通信设备的无线通信系统中, M 和 N 为大于 1 的整数,如果目标传输模式为全双工的传输模式,所述装置进一步包括:

传输单元,用于基于第二系统容量值对应的天线收发组合进行全双工的数据传输,其中,所述第二系统容量值对应的天线收发组合表示使用全双工的传输模式进行传输时第一通信设备上的M根天线中各个天线的传输模式,及第二通信设备上的N根天线中各个天线的传输模式,其中所述天线的传输模式为接收信号或发射信号,其中所述包括N根天线的第二通信设备是单一的通信设备,或者是多个通信设备的集合。

21. 根据权利要求18至20任一项所述的装置,其特征在于,进一步包括:

系统容量值计算单元,用于计算全双工传输模式下的对应于所有天线收发候选组合的系统容量值;其中,全双工传输模式下的所有天线收发候选组合构成所述全集;或者,在第一计算时间阈值内,计算全双工传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统容量值;其中,所述第一计算时间阈值内进行系统容量值计算的、全双工传输模式下的多种天线收发候选组合构成所述第一子集。

22. 根据权利要求21所述的装置,其特征在于,所述系统容量值计算单元具体用于:

基于所述系统的信道矩阵的S种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将系统的信道矩阵划分为四个子矩阵,或者,基于由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的S种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵划分为四个子矩阵;

选择主对角线上的两个子矩阵和副对角线上的两个子矩阵,并基于主对角线上的两个子矩阵计算第一系统容量候选值,基于副对角线上的两个子矩阵计算第二系统容量候选值;

确定第一系统容量候选值与第二系统容量候选值中的较大值为对应于所述当前矩阵划分方式下的系统容量值;

其中,S为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集,或者为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集的第一子集;

所述系统的信道矩阵的S种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合,或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的S种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合;

其中,S为大于或等于1的整数。

23. 一种传输模式选择装置,其特征在于,包括:

第一系统发射功率值获取单元,用于获取半双工的传输模式下的第一系统发射功率值;

第二系统发射功率值获取单元,用于获取全双工的传输模式下的第二系统发射功率值,所述第二系统发射功率值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统发射功率值中的最小值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第二子集下的系统发射功率值中的最小值,或者所述第二系统发射功率值为小于系统发射功率阈值的系统发射功率值;

第二传输模式选择单元,用于根据所述第一系统发射功率值获取单元输出的第一系统发射功率值与所述第二系统发射功率值获取单元输出的第二系统发射功率值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统发射功率值与第二系统发射功率值中

的较小值对应的传输模式。

24. 根据权利要求 23 所述的装置,其特征在于,所述第二传输模式选择单元具体用于:如果所述第二系统发射功率值获取单元输出的第二系统发射功率值小于所述第一系统发射功率值获取单元输出的第一系统发射功率值,则选择全双工的传输模式;如果所述第二系统发射功率值获取单元输出的第二系统发射功率值大于所述第一系统发射功率值获取单元输出的第一系统发射功率值,则选择半双工的传输模式。

25. 根据权利要求 23 或 24 所述的装置,其特征在于,应用于包括 M 根天线的第一通信设备和包括 N 根天线的第二通信设备的无线通信系统中,M 和 N 为大于 1 的整数,如果目标传输模式为全双工的传输模式,所述装置进一步包括:

传输单元,用于基于第二系统发射功率值对应的天线收发组合进行全双工的数据传输,其中,所述第二系统发射功率值对应的天线收发组合表示使用全双工的传输模式进行传输时,第一通信设备上的 M 根天线中各个天线的传输模式,及,第二通信设备上的 N 根天线中各个天线的传输模式,其中所述天线的传输模式为接收信号或发射信号,其中所述包括 N 根天线的第二通信设备是单一的通信设备,或者是多个通信设备的集合。

26. 根据权利要求 23 至 25 任一项所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

系统发射功率值计算单元,用于计算全双工传输模式下的对应于所有天线收发候选组合的系统发射功率值;其中,全双工传输模式下的所有天线收发候选组合构成所述全集;或者,在第二计算时间阈值内,计算全双工传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统发射功率值;其中,所述第二计算时间阈值内进行系统发射功率值计算的、全双工传输模式下的多种天线收发候选组合构成所述第二子集。

27. 根据权利要求 26 所述的装置,其特征在于,所述系统发射功率值计算单元具体用于:

基于所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将系统的信道矩阵划分为四个子矩阵,或者,基于由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵划分为四个子矩阵;

选择主对角线上的两个子矩阵和副对角线上的两个子矩阵,并基于主对角线上的两个子矩阵计算第一系统发射功率候选值,基于副对角线上的两个子矩阵计算第二系统发射功率候选值;

确定第一系统发射功率候选值与第二系统发射功率候选值中的较小值为对应于所述当前矩阵划分方式下的系统发射功率值;

其中, S 为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集,或者为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集的所述第二子集;

所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合,或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合;

其中, S 为大于或等于 1 的整数。

28. 一种全双工的传输模式下的天线收发组合确定装置,其特征在于,包括:

系统性能评估值获取单元,用于获取全双工的传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值,其中所述多种天线收发候选组合为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集,或者为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集的第三子集;

选择单元,用于从所述系统性能评估值获取单元获取的所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择最优性能评估值,或者,从所述系统性能评估值获取单元获取的所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择优于系统性能阈值的目標性能评估值;

确定单元,用于确定所述最优性能评估值或目标性能评估值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式。

29. 根据权利要求 28 所述的装置,其特征在于,所述系统性能评估值获取单元为系统容量值计算单元,所述系统容量值计算单元用于:计算全双工传输模式下的对应于所有天线收发候选组合的系统容量值;其中,全双工传输模式下的所有天线收发候选组合构成所述全集;或者,在第一计算时间阈值内,计算全双工传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统容量值;其中,所述第一计算时间阈值内进行系统容量值计算的、全双工传输模式下的多种天线收发候选组合构成所述第三子集;

其中,所述选择单元具体用于:从所述对应于多种天线收发候选组合的系统容量值中选择最大系统容量值,或者,从所述对应于多种天线收发候选组合的系统容量值中选择超过系统容量阈值的目標系统容量值;

所述确定单元具体用于:确定所述最大系统容量值或目标系统容量值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式。

30. 根据权利要求 29 所述的装置,其特征在于,所述系统容量值计算单元具体用于:

基于所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将系统的信道矩阵划分为四个子矩阵,或者,基于由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵划分为四个子矩阵;

选择主对角线上的两个子矩阵和副对角线上的两个子矩阵,并基于主对角线上的两个子矩阵计算第一系统容量候选值,基于副对角线上的两个子矩阵计算第二系统容量候选值;

确定第一系统容量候选值与第二系统容量候选值中的较大值为对应于所述当前矩阵划分方式下的系统容量值;

其中, S 为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集,或者为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集的所述第三子集;

所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合,或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合;

其中, S 为大于或等于 1 的整数。

31. 根据权利要求 28 所述的装置,其特征在于,所述系统性能评估值获取单元为系统发射功率值计算单元,所述系统发射功率值计算单元用于:计算全双工传输模式下的对应

于所有天线收发候选组合的系统发射功率值；其中，全双工传输模式下的所有天线收发候选组合构成所述全集；或者，在第二计算时间阈值内，计算全双工传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统发射功率值；其中，所述第二计算时间阈值内进行系统发射功率值计算的、全双工传输模式下的多种天线收发候选组合构成所述第三子集；

其中，所述选择单元具体用于：从所述对应于多种天线收发候选组合的系统发射功率值中选择最小系统发射功率值，或者，从所述对应于多种天线收发候选组合的系统发射功率值中选择小于系统发射功率阈值的系统发射功率值；

所述确定单元具体用于：确定所述最小系统发射功率值或目标系统发射功率值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式。

32. 根据权利要求 31 所述的装置，其特征在于，所述系统发射功率值计算单元具体用于：

基于所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式，将系统的信道矩阵划分为四个子矩阵，或者，基于由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式，将由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵划分为四个子矩阵；

选择主对角线上的两个子矩阵和副对角线上的两个子矩阵，并基于主对角线上的两个子矩阵计算第一系统发射功率候选值，基于副对角线上的两个子矩阵计算第二系统发射功率候选值；

确定第一系统发射功率候选值与第二系统发射功率候选值中的较小值为对应于所述当前矩阵划分方式下的系统发射功率值；

其中，S 为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集，或者为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集的所述第三子集；

所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合，或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合；

其中，S 为大于或等于 1 的整数。

33. 一种通信设备，其特征在于，所述通信设备包括：多个天线，以及，与所述多个天线耦合的第一传输模式选择模块，所述第一传输模式选择模块为如权利要求 18 至 22 任一项所述的传输模式选择装置。

34. 一种通信设备，其特征在于，所述通信设备包括：多个天线，以及，与所述多个天线耦合的第二传输模式选择模块，所述第二传输模式选择模块为如权利要求 23 至 27 任一项所述的传输模式选择装置。

35. 一种通信设备，其特征在于，所述通信设备包括：多个天线，以及，与所述多个天线耦合的天线收发组合确定模块，所述天线收发组合确定模块为如权利要求 28 至 32 任一项所述的全双工的传输模式下的天线收发组合确定装置。

36. 一种无线通信系统，其特征在于，包括第一通信设备和第二通信设备，其中：

第一通信设备用于：当需要与第二通信设备进行数据传输时，获取半双工的传输模式下的第一系统容量值；获取全双工的传输模式下的第二系统容量值，所述第二系统容量值

是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统容量值中的最大值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第一子集下的系统容量值中的最大值,或者所述第二系统容量值为超过系统容量阈值的系统容量值;根据第一系统容量值与第二系统容量值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统容量值与第二系统容量值中的较大值对应的传输模式;以及,用于基于所述目标传输模式,与第二通信设备进行数据传输;

第二通信设备用于:接收所述第一通信设备基于所述目标传输模式发送过来的数据,和/或,向所述第一通信设备发送数据。

37. 根据权利要求 36 所述的系统,其特征在于,所述第二通信设备是一个具有多个天线的通信设备,或者多个通信设备的集合,其中所述多个通信设备的集合中每个通信设备具有的一个或多个天线。

38. 根据权利要求 36 或 37 所述的系统,其特征在于,如果所述目标传输模式为全双工的传输模式,

所述第一通信设备具体用于:基于所述第二系统容量值对应的天线收发组合,与所述第二通信设备进行全双工的数据传输,其中,所述第二系统容量值对应的天线收发组合表示使用全双工的传输模式进行传输时,第一通信设备上的 M 根天线中各个天线的传输模式,及,第二通信设备上的 N 根天线中各个天线的传输模式,其中所述天线的传输模式为接收信号或发射信号。

39. 一种无线通信系统,其特征在于,包括第三通信设备和第四通信设备,其中:

第三通信设备用于:当需要与第二通信设备进行数据传输时,获取半双工的传输模式下的第一系统发射功率值;获取全双工的传输模式下的第二系统发射功率值,所述第二系统发射功率值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统发射功率值中的最小值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第二子集下的系统发射功率值中的最小值,或者所述第二系统发射功率值为小于系统发射功率阈值的系统发射功率值;根据第一系统发射功率值与第二系统发射功率值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统发射功率值与第二系统发射功率值中的较小值对应的传输模式;以及,用于基于所述目标传输模式,与第四通信设备进行数据传输;

第四通信设备用于:接收所述第三通信设备基于所述目标传输模式发送过来的数据,和/或,向所述第三通信设备发送数据。

40. 根据权利要求 39 所述的系统,其特征在于,所述第四通信设备是一个具有多个天线的通信设备,或者多个通信设备的集合,其中所述多个通信设备中每个通信设备具有的一个或多个天线。

41. 根据权利要求 39 或 40 所述的系统,其特征在于,如果所述目标传输模式为全双工的传输模式,

所述第三通信设备具体用于:基于所述第二系统发射功率值对应的天线收发组合,与所述第四通信设备进行全双工的数据传输,其中,所述第二系统发射功率值对应的天线收发组合表示使用全双工的传输模式进行传输时第三通信设备上的 M 根天线中各个天线的传输模式,及第四通信设备上的 N 根天线中各个天线的传输模式,其中所述天线的传输模式为接收信号或发射信号。

传输模式选择方法、天线收发组合确定方法、装置及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及通信技术领域,具体涉及传输模式选择方法、天线收发组合确定方法、装置及系统。

背景技术

[0002] 在无线通信网中频谱资源成为越来越稀缺的资源,但是随着各种电子设备的普及和高数据率传输业务的增加,对无线空口的吞吐量的要求也呈指数性的增加。提高系统的频谱利用率成为不增加频谱而提高空口吞吐量的有效手段。

[0003] 其中一种增加频谱利用率的方式就是使用多天线来利用空间自由度,从而增加时频资源上可传输的数据流数。之前考虑到收发隔离的困难,多天线系统主要通过半双工的MIMO (multiple-input multiple-output,多输入多输出)空分复用技术,现在随着同一通信设备上收发天线隔离技术的日趋成熟,全双工技术也逐渐被应用到多天线无线通信中。当发射和接收通道可以灵活切换的情况下,通信设备中的一部分天线被用来进行发射,其余天线被用来进行接收,发射和接收在相同的时频资源上进行,这样也可以提高频谱利用率。

[0004] 目前的全双工技术对同一天线在相同时频资源上的同发同收效果还不好,因为目前的环形器只有 20-30dB 的隔离度,无法满足全双工通信的信号隔离要求。所以现有的全双工系统都是收发使用不同的天线,通过天线的位置隔离先实现 30-40dB 的隔离度,然后在通过模拟和数字信号处理的方式来进一步删除自干扰信号。

[0005] 鉴于多天线系统中在半双工的传输模式和全双工的传输模式中都可以使用空分复用,这两者又都可以提高系统的频谱利用率,面对这种情况,业界迫切需要一种传输模式的选择方案,以使得在系统的当前信道条件下的系统性能较优,以及在多天线的通信设备使用全双工的传输模式时,如何确定天线的收发模式来获得较优的系统性能。

发明内容

[0006] 本发明实施例提供传输模式选择方法、全双工的传输模式下的天线收发组合确定方法、装置及系统,以实现在系统的当前信道条件下,使得系统性能较优或最优。

[0007] 本发明实施例提供以下技术方案:

[0008] 一方面,本发明实施例提供一种传输模式选择方法,包括:

[0009] 获取半双工的传输模式下的第一系统容量值;

[0010] 获取全双工的传输模式下的第二系统容量值,所述第二系统容量值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统容量值中的最大值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第一子集下的系统容量值中的最大值,或者所述第二系统容量值为超过系统容量阈值的系统容量值;

[0011] 根据第一系统容量值与第二系统容量值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统容量值与第二系统容量值中的较大值对应的传输模式。

[0012] 以及,本发明实施例提供一种传输模式选择装置,包括:

[0013] 第一系统容量值获取单元,用于获取半双工的传输模式下的第一系统容量值;

[0014] 第二系统容量值获取单元,用于获取全双工的传输模式下的第二系统容量值,所述第二系统容量值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统容量值中的最大值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第一子集下的系统容量值中的最大值,或者所述第二系统容量值为超过系统容量阈值的系统容量值;

[0015] 第一传输模式选择单元,用于根据所述第一系统容量值获取单元输出的第一系统容量值与所述第二系统容量值获取单元输出的第二系统容量值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为所述第一系统容量值与第二系统容量值中的较大值对应的传输模式。

[0016] 以及,本发明实施例提供一种通信设备,所述通信设备包括:多个天线,以及,与所述多个天线耦合的第一传输模式选择模块,所述第一传输模式选择模块为前述的传输模式选择装置。

[0017] 以及,本发明实施例提供一种无线通信系统,包括第一通信设备和第二通信设备,其中:

[0018] 第一通信设备用于:当需要与第二通信设备进行数据传输时,获取半双工的传输模式下的第一系统容量值;获取全双工的传输模式下的第二系统容量值,所述第二系统容量值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统容量值中的最大值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第一子集下的系统容量值中的最大值,或者所述第二系统容量值为超过系统容量阈值的系统容量值;根据第一系统容量值与第二系统容量值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统容量值与第二系统容量值中的较大值对应的传输模式;以及,用于基于所述目标传输模式,与第二通信设备进行数据传输;

[0019] 第二通信设备用于:接收所述第一通信设备基于所述目标传输模式发送过来的数据,和/或,向所述第一通信设备发送数据。

[0020] 由上可见,本发明实施例中,对于收发通道可以在天线处灵活切换的通信设备,获取半双工的传输模式下的第一系统容量值;获取全双工的传输模式下的第二系统容量值,所述第二系统容量值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统容量值中的最大值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第一子集下的系统容量值中的最大值,或者所述第二系统容量值为超过系统容量阈值的系统容量值;根据第一系统容量值与第二系统容量值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统容量值与第二系统容量值中的较大值对应的传输模式;换言之,在多天线系统运行的当前信道条件下,根据系统容量较大化或最大化的准则,选择使得系统容量较大化或最大化的传输模式,从而实现在系统的当前信道条件下,使得系统性能较优或最优;

[0021] 另一方面,本发明实施例提供另一种传输模式选择方法,包括:

[0022] 获取半双工的传输模式下的第一系统发射功率值;

[0023] 获取全双工的传输模式下的第二系统发射功率值,所述第二系统发射功率值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统发射功率值中的最小值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第二子集下的系统发射功率值中的最小值,或者所述

第二系统发射功率值为小于系统发射功率阈值的系统发射功率值；

[0024] 根据第一系统发射功率值与第二系统发射功率值的比较结果，选择目标传输模式，其中所述目标传输模式为第一系统发射功率值与第二系统发射功率值中的较小值对应的传输模式。

[0025] 以及，本发明实施例提供另一种传输模式选择装置，包括：

[0026] 第一系统发射功率值获取单元，用于获取半双工的传输模式下的第一系统发射功率值；

[0027] 第二系统发射功率值获取单元，用于获取全双工的传输模式下的第二系统发射功率值，所述第二系统发射功率值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统发射功率值中的最小值，或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第二子集下的系统发射功率值中的最小值，或者所述第二系统发射功率值为小于系统发射功率阈值的系统发射功率值；

[0028] 第二传输模式选择单元，用于根据所述第一系统发射功率值获取单元输出的第一系统发射功率值与所述第二系统发射功率值获取单元输出的第二系统发射功率值的比较结果，选择目标传输模式，其中所述目标传输模式为第一系统发射功率值与第二系统发射功率值中的较小值对应的传输模式。

[0029] 以及，本发明实施例提供一种通信设备，所述通信设备包括：多个天线，以及，与所述多个天线耦合的第二传输模式选择模块，所述第二传输模式选择模块为前述的传输模式选择装置。

[0030] 以及，本发明实施例提供一种无线通信系统，包括第三通信设备和第四通信设备，其中：

[0031] 第三通信设备用于：当需要与第二通信设备进行数据传输时，获取半双工的传输模式下的第一系统发射功率值；获取全双工的传输模式下的第二系统发射功率值，所述第二系统发射功率值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统发射功率值中的最小值，或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第二子集下的系统发射功率值中的最小值，或者所述第二系统发射功率值为小于系统发射功率阈值的系统发射功率值；根据第一系统发射功率值与第二系统发射功率值的比较结果，选择目标传输模式，其中所述目标传输模式为第一系统发射功率值与第二系统发射功率值中的较小值对应的传输模式；以及，用于基于所述目标传输模式，与第四通信设备进行数据传输；

[0032] 第四通信设备用于：接收所述第三通信设备基于所述目标传输模式发送过来的数据，和/或，向所述第三通信设备发送数据。

[0033] 由上可见，本发明实施例中，对于收发通道可以在天线处灵活切换的通信设备，获取半双工的传输模式下的第一系统发射功率值；获取全双工的传输模式下的第二系统发射功率值，所述第二系统发射功率值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统发射功率值中的最小值，或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第二子集下的系统发射功率值中的最小值，或者所述第二系统发射功率值为小于系统发射功率阈值的系统发射功率值；根据第一系统发射功率值与第二系统发射功率值的比较结果，选择目标传输模式，其中所述目标传输模式为第一系统发射功率值与第二系统发射功率值中的较小值对应的传输模式；换言之，在多天线系统运行的当前信道条件下，根据系统发射功率较小化或

最小化的准则,选择使得系统发射功率较小化或最小化的传输模式,从而实现在系统的当前信道条件下,使得系统性能较优或最优;

[0034] 再一方面,本发明实施例提供另一种全双工的传输模式下的天线收发组合确定方法,包括:

[0035] 获取全双工的传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值,其中所述多种天线收发候选组合为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集,或者为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集的第三子集;

[0036] 从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择最优性能评估值,或者,从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择优于系统性能阈值的性能评估值;

[0037] 确定所述最优性能评估值或目标性能评估值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式。

[0038] 以及,本发明实施例提供一种全双工的传输模式下的天线收发组合确定装置,包括:

[0039] 系统性能评估值获取单元,用于获取全双工的传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值,其中所述多种天线收发候选组合为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集,或者为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集的第三子集;

[0040] 选择单元,用于从所述系统性能评估值获取单元获取的所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择最优性能评估值,或者,从所述系统性能评估值获取单元获取的所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择优于系统性能阈值的性能评估值;

[0041] 确定单元,用于确定所述最优性能评估值或目标性能评估值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式。

[0042] 以及,本发明实施例提供一种通信设备,所述通信设备包括:多个天线,以及,与所述多个天线耦合的天线收发组合确定模块,所述天线收发组合确定模块为前述的全双工的传输模式下的天线收发组合确定装置。

[0043] 由上可见,本发明实施例中,对于收发通道可以在天线处灵活切换的通信设备,如果采用全双工的传输模式时,获取全双工的传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值,其中所述多种天线收发候选组合为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集,或者为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集的第三子集;从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择最优性能评估值,或者,从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择优于系统性能阈值的性能评估值;确定所述最优性能评估值或目标性能评估值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式;换言之,在多天线系统以全双工的传输模式运行的当前信道条件下,根据性能评估值较优化或最优化的准则,确定全双工模式下的最佳或较佳天线收发组合,从而实现在系统的当前信道条件下,使得系统性能较优或最优。

附图说明

[0044] 为了更清楚地说明本发明实施例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简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0045] 图 1A 是一种全双工传输模式下的自干扰示意图;

[0046] 图 1B 是本发明实施例提供的一种传输模式选择方法的流程示意图;

[0047] 图 1C 是本发明实施例提供的另一种传输模式选择方法的流程示意图;

[0048] 图 2A 是本发明实施例提供的另一种传输模式选择方法的流程示意图;

[0049] 图 2B 是本发明实施例提供的另一种传输模式选择方法的流程示意图;

[0050] 图 3 是本发明实施例提供的一种全双工的传输模式下的天线收发组合确定方法的流程示意图;

[0051] 图 4 是具有两个天线的本端通信设备与具有两个天线的对端通信设备之间的两种传输模式的示意图;

[0052] 图 5 是具有两个天线的本端通信设备与具有两个天线的对端通信设备之间的不同天线收发组合的示意图;

[0053] 图 6 是本发明实施例提供的以具有四个天线的本端通信设备与具有四个天线的对端通信设备为例介绍全双工的传输模式下的所有的收发天线候选组合的矩阵分块的示意图;

[0054] 图 7 是以具有四个天线的本端通信设备与具有四个天线的对端通信设备为例介绍半双工 MIMO 的系统容量值与全双工传输模式下的最优收发天线组合下的系统容量值的对比示意图;

[0055] 图 8 是本发明实施例提供的本端通信设备 A 与对端通信设备 B 之间传输模式的选择的一种系统架构示意图;

[0056] 图 9 是本发明实施例一个本端通信设备 A 与多个通信设备 B1、B2...Bn 在重叠的时频资源上进行双向传输的的另一种系统架构示意图;

[0057] 图 10 是本发明实施例应用于蜂窝网的场景示意图;

[0058] 图 11 是本发明实施例应用于无线局域网的场景示意图;

[0059] 图 12A 是本发明实施例提供的一种传输模式选择装置的结构示意图;

[0060] 图 12B 是本发明实施例提供的一种传输模式选择装置的结构示意图;

[0061] 图 13A 是本发明实施例提供的另一种传输模式选择装置的结构示意图;

[0062] 图 13B 是本发明实施例提供的另一种传输模式选择装置的结构示意图;

[0063] 图 14 是本发明实施例提供的一种全双工的传输模式下的天线收发组合确定装置的结构示意图;

[0064] 图 15 是本发明实施例提供一种通信设备的结构示意图;

[0065] 图 16 是本发明实施例提供一种通信设备的结构示意图;

[0066] 图 17 是本发明实施例提供一种通信设备的结构示意图;

[0067] 图 18 是本发明实施例还提供一种无线通信系统的结构示意图;

[0068] 图 19 是本发明实施例还提供一种无线通信系统的结构示意图。

具体实施方式

[0069] 本发明实施例提供虚拟化处理方法及相关装置和计算机系统,以期优化虚拟化系统的性能和兼容性。

[0070] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0071] 为了方便理解本发明实施例,首先在此介绍本发明实施例描述中会引入的几个要素;

[0072] 半双工 MIMO 传输技术:

[0073] MIMO 既可以用于全双工系统也可以用于半双工系统。对于半双工的传输模式下,通信设备上的所有天线全部用于发射或所有天线全部用于接收;对于全双工的输出模式下,通信设备上的部分天线用于发射,通信设备上的另一部分天线用于接收。应当理解的是,由于全双工传输模式下,需要确定天线的收发组合,所以全双工传输模式下的单向的收发天线数目小于半双工的传输模式下的单向的收发天线数目。

[0074] MIMO 通过在收发两端都引入多根天线,实现空分复用(Spatial Multiplexing)的效果,由此引入了空间维度上的自由度。如果收发端都已知信道信息,那么最优的 MIMO 系统是基于奇异值分解的预编码方案。

[0075] 通过对 MIMO 信道矩阵的奇异值分解 $H=U \Lambda V^*$, 可以将 MIMO 信道转换为 k 个并行信道,其中 k 为信道矩阵的秩。对发送向量用 V 进行酉变换(Precoding),然后通过 k 个并行信道进行功率缩放,加上复高斯噪声后到达接收端。接收端通过另一个酉变化 U^* 得到 k 个独立信号,最后进行分别解调。这样 MIMO 系统的容量就是将总系统发射功率在各个并行信道上进行注水方式(water-filling, $P_i^* = \left(\mu - \frac{N_0}{\lambda_i^2}\right), \sum_i P_i^* = P$)分配得到的。这相当于在 k 个独立流上进行传输(k 维的空间自由度),由此获得的自由度增益为 k 。

[0076] 全双工技术:

[0077] 双工方式是指双向通信链路的区分方式,例如运营商移动网络中的上行通信链路和下行通信链路的区分方式。在运营商的移动网络,基站(Basestation, BS)与覆盖范围内的多个用户终端(User Equipment, UE)进行通信。基站与终端之间的通信是双向的,基站向终端发送信号的过程叫做下行通信,终端向基站发送信号的过程叫做上行通信。

[0078] 目前的通信方式可以分为单工,半双工,全双工。单工是指通信是单方向的,发射机只能用于发射信号,接收机只能用于接收信号,信号只能由发射机发送给接收机。半双工是指通信是双向的,但是在同一传输资源上只有上行和下行传输;传输双方既可以发射信号也可以接收信号,但是同一收发通信设备的发射和接收在不同的传输资源(时间、频率、正交码)上进行。全双工是指在收发通信设备在相同传输资源上进行双向传输。

[0079] 具体到蜂窝网,基站与终端之间的通信是双向的,目前现有的蜂窝通信系统都是半双工的。根据上行链路和下行链路在传输资源上不同的划分方式,蜂窝网可以分为时分双工(Frequency Division Duplexing, FDD)系统和频分双工(Time Division

Duplexing, TDD) 系统两大类。时分双工系统指上下行链路使用不同的时隙加以区分,比如长期演进(Long Term Evolution, LTE)系统中,将一个帧分为上行子帧和下行子帧分别用于上下行传输。一般为了避免上下行之间的干扰,时分双工系统中在下行子帧转上行子帧时需要加入保护子帧(上行子帧转下行子帧可以不加入保护子帧,因为基站可以控制转换的时间),以及保持全网同步。频分双工指上下行链路使用不同的频谱进行区分,一般为了避免上下行之间的干扰,频分双工系统的上行频谱和下行频谱之间会留有保护频带。

[0080] 全双工技术在相同时频资源上实现上下行的同时传输,它可以大幅度提升频谱效率。目前大部分的全双工技术收发通信设备的发射和接收还是使用不同的天线和射频通道,因为使用相同天线或射频通道可以到达要求收发隔离效果还不清楚。全双工技术需要解决的问题是如何处理同一收发通信设备的发射信号对接收信号的干扰,可以把本端通信设备的发射信号对接收信号的干扰称为自干扰(self-interference)。

[0081] 由于发射信号离接收信号的距离很近(一般不超过 10cm),所以接收信号处收到自己发射信号的功率很大,这个很强的自干扰必须在模拟前端就进行操作,否则会造成模拟前端阻塞(超出接收功放的线性范围和使得接收信号小于模数转换器(Analog-to-Digital Convertor, ADC)的量化精度)。全双工传输模式下的自干扰如图 1A 所示。以目前的宏基站的路损模型为例, $L=128.1+37.6\log_{10}(R)$, R 的单位是千米,距离宏基站 200m 的终端到宏基站的路损为 102dB,而同一收发通信设备的发射信号到接收信号之间的路损一般为 40dB。可见,即使在终端和基站系统发射功率相同的情况下,基站的自干扰都会比上行的接收信号强 62dB。目前的自干扰的删除方法包括天线、模拟和数字三个方面。

[0082] 基于天线的干扰删除又包括天线干扰抵消和基于向量空间的干扰避免。天线干扰抵消最简单的模型是一个收发通信设备上有两根发射信号和一根接收信号。相同波形的发射信号在两根发射天线上发射,这两根发射天线到接收天线的距离差为半个波长(按载频计算),那么两根发射天线的信号到达接收天线处的相位差为 π ,所以信号反相抵消。这里需要对两路发射信号的幅度进行调节,保证两路发射信号到达接收天线处的幅度相等。天线干扰删除只适用于窄带信号,因为不同频段的相位差不同,宽带信号不能严格在全频段上相位对齐。此外,干扰信号的抵消结果对收到的两路发射信号幅度和相位敏感,而幅度和相位在实际中又不能绝对理想对齐。基于向量空间的干扰避免是使得在接收天线(阵列)处,干扰信号空间与接收信号空间互为零空间(null space)。这个要求发射天线的数目不小于本端通信设备接收天线的数目与另一个通信设备(亦可称为收发通信设备 Transceiver)接收天线数目之和,例如假设发射天线数目为 $2M$,本地和对端通信设备的接收天线数目都是 M 。本地发射天线到本地接收天线的信道矩阵为 $H_{1,1}$,那么根据零空间映射的性质,本地发射的预编码矩阵为 $P_{1,1}$,需要满足条件: $H_{1,1}P_{1,1} = 0$ 。

[0083] 模拟干扰删除方法是将发射通道形成的模拟信号通过线圈等器件耦合回本地接收模块的模拟前端之前,用于在模拟域减去接收信号中的本地自干扰信号。为了获得好的模拟域干扰删除效果,要求估计本地发射信号到接收信号的信道系数和延迟,因为从发射前端耦合到的模拟信号需要经过与信道系数一致的衰减器和信道延迟一致的延迟器。

[0084] 数字干扰删除方法是接收信号通过模数转换器(Analog-to-Digital Convertor, ADC)后,用数字滤波器进一步删除残余的自干扰信号。纯数字域干扰删除的缺点就是只能处理线性干扰,对放大器造成的非线性干扰无能为力。

[0085] 在实际全双工系统中由于自干扰的功率很大,会阻塞接收端的低噪放,所以模拟前端的天线干扰删除或模拟域的干扰删除是是必不可少的。因为自干扰的功率和接收信号的功率相差一般都在 60dB 以上,所以通过一种方法往往不能达到很好的干扰消除效果,所以常常把天线干扰删除、模拟干扰删除和数字干扰删除三种方法结合以来。

[0086] 下面将结合附图介绍本发明实施例;

[0087] 参见图 1B,为本发明实施例提供的一种传输模式选择方法,需要说明的是,本发明实施例的方法的执行主体是通信设备,亦可称为收发通信设备,应当理解的是,如下实施例中提到的系统容量指所述通信设备双向容量之和,该方法可以包括:

[0088] 101、获取半双工的传输模式下的第一系统容量值;

[0089] 102、获取全双工的传输模式下的第二系统容量值,所述第二系统容量值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统容量值中的最大值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第一子集下的系统容量值中的最大值,或者所述第二系统容量值为超过系统容量阈值的系统容量值;

[0090] 在不同的实现方式下,所述系统容量阈值为第一系统容量值,或者所述系统容量阈值为第一系统容量值与调整值的和值,或者,所述系统容量阈值为历史时钟周期下的,全双工的传输模式下的平均系统容量值或最高系统容量值,或者,所述系统容量阈值为历史时钟周期下的,半双工的传输模式下的平均系统容量值或最高系统容量值。应当理解的是,这里的系统容量阈值可以是根据实际的应用场景灵活设置的。

[0091] 应当理解的是,本发明实施例中的天线收发候选组合,顾名思义即表示:具有多天线的本端通信设备与具有多天线对端通信设备中,本端通信设备的哪些天线用于发射信号和哪些天线用于接收信号,以及对端通信设备的哪些天线用于发射信号和哪些天线用于接收信号的一种组合方式;

[0092] 103、根据第一系统容量值与第二系统容量值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统容量值与第二系统容量值中的较大值对应的传输模式。

[0093] 在一种实现方式下,步骤 103 可以包括:

[0094] 如果第二系统容量值大于第一系统容量值,则选择全双工的传输模式;

[0095] 如果第二系统容量值小于第一系统容量值,则选择半双工的传输模式。

[0096] 应当理解的是,如果第二系统容量值等于第一系统容量值,则可以随机的选择一种传输模式,或者进一步考虑其他因素来决定选择哪一种传输模式。

[0097] 该方法应用于包括 M 根天线的第一通信设备和包括 N 根天线的第二通信设备的无线通信系统中, M 和 N 为大于 1 的整数,如果第二系统容量值较大,则目标传输模式为全双工的传输模式,如图 1C 所示,所述方法进一步包括:

[0098] 104、基于第二系统容量值对应的天线收发组合进行全双工的数据传输,其中,所述第二系统容量值对应的天线收发组合表示使用全双工的传输模式进行传输时第一通信设备上的 M 根天线中各个天线的传输模式,及第二通信设备上的 N 根天线中各个天线的传输模式,其中所述天线的传输模式选择性地为接收信号或发射信号,其中所述包括 N 根天线的第二通信设备是单一的通信设备,或者是多个通信设备的集合。

[0099] 如果第一系统容量值较大,则目标传输模式为半双工的传输模式,如图 1C 所示,所述方法进一步包括:

- [0100] 105、基于第一系统容量值对应的天线收发组合进行半双工的数据传输。
- [0101] 应当理解的是,从多个天线收发候选组合中确定出的被采用的天线收发候选组合,可以直接描述为天线收发组合。
- [0102] 较优的,为了在系统性能与数据计算代价上取得平衡,所述方法还包括:
- [0103] 于第一计算时间阈值内,计算全双工传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统容量值;
- [0104] 其中,所述第一计算时间阈值内进行系统容量值计算的、全双工传输模式下的多种天线收发候选组合构成所述第一子集。
- [0105] 应当理解的是,如果不考虑计算代价,所述方法还包括:计算全双工传输模式下的对应于所有天线收发候选组合的系统容量值。
- [0106] 较优的,所述全双工的传输模式下的一种天线收发组合的系统容量值是通过如下方法计算得到的:
- [0107] 基于所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将系统的信道矩阵划分为四个子矩阵,或者,基于由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵划分为四个子矩阵;
- [0108] 选择主对角线上的两个子矩阵和副对角线上的两个子矩阵,并基于主对角线上的两个子矩阵计算第一系统容量候选值,基于副对角线上的两个子矩阵计算第二系统容量候选值;
- [0109] 确定第一系统容量候选值与第二系统容量候选值中的较大值为对应于所述当前矩阵划分方式下的系统容量值;
- [0110] 其中, S 为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集,或者为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集的第一子集;
- [0111] 所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合,或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合, S 种矩阵划分方式对应 S 种不同的天线收发候选组合,需要说明的是,这里针对的矩阵可以是原信道矩阵,也可以是变化后的信道矩阵;其中, S 为大于或等于 1 的整数。
- [0112] 需要说明的是,关于本发明实施例中提到的由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵,其矩阵变换的方法可以是在矩阵中,交换矩阵中行向量的顺序和 / 或交换矩阵中列向量的顺序。
- [0113] 以及,本发明实施例中,该方法应用于第二通信设备和包括 M 根天线的第一通信设备的无线通信系统中,
- [0114] 如果第二通信设备为一个包括 N 根天线的通信设备,则所述系统的信道矩阵表示:包括 M 根天线的第一通信设备中的每根天线与包括 N 根天线的第二通信设备中的每根天线之间的信道响应构成的 $M \times N$ 的信道矩阵,其中第 i 行第 j 列的元素表示第一通信设备中的第 i 根天线与第二通信设备的第 j 根天线之间的信道响应;
- [0115] 如果所述第二通信设备为多个通信设备的集合,且所述多个通信设备的集合包括

N根天线,则所述系统的信道矩阵表示:包括M根天线的第一通信设备中的每根天线与所述多个通信设备的集合包括的N根天线中的每根天线之间的信道响应构成的 $M \times N$ 的信道矩阵,其中第i行第j列的元素表示第一通信设备中的第i根天线与所述多个通信设备的集合中的第j根天线之间的信道响应;

[0116] 其中,M和N为大于1的正整数。

[0117] 换言之,对于第二通信设备是一组设备集合的情况,系统的信道矩阵是将所有设备二中的天线看作一个整体对应的信道矩阵,也就是一个联合信道矩阵。

[0118] 当考虑两个多天线通信设备之间的模式选择时,所述信道矩阵为所述两个设备之间的信道矩阵;当考虑单一多天线通信设备从多个通信设备中选择与之通信的设备时,所述信道矩阵为所述单一通信设备到所述多个通信设备之间的联合信道矩阵。所述联合信道矩阵是将所述多个通信设备的天线看作一个整体通信设备,所述多个通信设备中的每个通信设备可以有一根天线或者多根天线。

[0119] 由上可见,本发明实施例中,对于收发通道可以在天线处灵活切换的通信设备,获取半双工的传输模式下的第一系统容量值;获取全双工的传输模式下的第二系统容量值,所述第二系统容量值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统容量值中的最大值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第一子集下的系统容量值中的最大值,或者所述第二系统容量值为超过系统容量阈值的系统容量值;根据第一系统容量值与第二系统容量值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统容量值与第二系统容量值中的较大值对应的传输模式;换言之,在多天线系统运行的当前信道条件下,根据系统容量较大化或最大化的准则,选择使得系统容量较大化或最大化的传输模式,从而实现在系统的当前信道条件下,使得系统性能较优或最优。

[0120] 参见图2A,本发明实施例提供的另一种传输模式选择方法,可应用于通信设备,亦可称为收发通信设备,应当理解的是,本发明实施例下文提到的系统发射功率指的是所述通信设备的发射功率之和;该方法可包括:

[0121] 201、获取半双工的传输模式下的第一系统发射功率值;

[0122] 202、获取全双工的传输模式下的第二系统发射功率值,所述第二系统发射功率值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统发射功率值中的最小值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第二子集下的系统发射功率值中的最小值,或者所述第二系统发射功率值为小于系统发射功率阈值的系统发射功率值;

[0123] 在不同的实现方式下,所述系统发射功率阈值为第一系统发射功率值,或者所述系统发射功率阈值为第一系统发射功率值与调整值的差值,或者,所述系统发射功率阈值为历史时钟周期下的,全双工的传输模式下的平均系统发射功率值或最低系统发射功率值,或者,所述系统发射功率阈值为历史时钟周期下的,半双工的传输模式下的平均系统发射功率值或最低系统发射功率值。

[0124] 应当理解的是,这里的系统发射功率阈值可以根据实际的应用场景灵活设置的。

[0125] 应当理解的是,本发明实施例中的天线收发候选组合,顾名思义即表示:具有多天线的本端通信设备与具有多天线对端通信设备中,本端通信设备的哪些天线用于发射信号和哪些天线用于接收信号,以及对端通信设备的哪些天线用于发射信号和哪些天线用于接

收信号的；

[0126] 203、根据第一系统发射功率值与第二系统发射功率的比较结果，选择目标传输模式，其中所述目标传输模式为第一系统发射功率值与第二系统发射功率值中的较小值对应的传输模式。

[0127] 在一种实现方式下，步骤 203 可以包括：

[0128] 如果第二系统发射功率值小于第一系统发射功率值，则选择全双工的传输模式；

[0129] 如果第二系统发射功率值大于第一系统发射功率值，则选择半双工的传输模式。

[0130] 应当理解的是，如果第二系统发射功率值等于第一系统发射功率值，则可以随机的选择一种传输模式，或者进一步考虑其他因素来决定选择哪一种传输模式。

[0131] 如果应用于包括 M 根天线的第二通信设备和包括 N 根天线的第二通信设备的无线通信系统中，M 和 N 为大于 1 的整数，如图 2B 所示，如果第二系统发射功率值较小，则目标传输模式为全双工的传输模式，所述方法进一步包括：

[0132] 204、基于第二系统发射功率值对应的天线收发组合进行全双工的数据传输，其中，所述第二系统发射功率值对应的天线收发组合表示：使用全双工的传输模式进行传输时第一通信设备上的 M 根天线中各个天线的传输模式，及第二通信设备上的 N 根天线中各个天线的传输模式，其中所述天线的传输模式选择性地为接收信号或发射信号，其中所述包括 N 根天线的第二通信设备是单一的通信设备，或者是多个通信设备的集合。

[0133] 如果第一系统发射功率值较小，则目标传输模式为半双工的传输模式，所述方法进一步包括：

[0134] 205、基于第一系统发射功率值对应的天线收发组合进行半双工的数据传输。

[0135] 较优的，为了在系统性能与数据计算代价上取得平衡，所述方法还包括：

[0136] 于第二计算时间阈值内，计算全双工传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统发射功率值；

[0137] 其中，所述第二计算时间阈值内进行系统发射功率值计算的、全双工传输模式下的多种天线收发候选组合构成所述第二子集。

[0138] 应当理解的是，如果不考虑计算代价，所述方法还包括：计算全双工传输模式下的对应于所有天线收发候选组合的系统发射功率值。

[0139] 较优的，在一种实现方式下，所述全双工的传输模式下的一种天线收发组合的系统发射功率值是通过如下方法计算得到的：

[0140] 基于所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式，将系统的信道矩阵划分为四个子矩阵，或者，基于由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式，将由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵划分为四个子矩阵；

[0141] 选择主对角线上的两个子矩阵和副对角线上的两个子矩阵，并基于主对角线上的两个子矩阵计算第一系统发射功率候选值，基于副对角线上的两个子矩阵计算第二系统发射功率候选值；

[0142] 确定第一系统发射功率候选值与第二系统发射功率候选值中的较小值为对应于所述当前矩阵划分方式下的系统发射功率值；

[0143] 其中，S 为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵

的所有矩阵划分方式的全集,或者为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集的所述第二子集;

[0144] 所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合,或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合, S 种矩阵划分方式对应 S 种不同的天线收发候选组合,需要说明的是,这里针对的矩阵可以是原信道矩阵,也可以是变化后的信道矩阵;

[0145] 其中, S 为大于或等于 1 的整数。

[0146] 由上可见,本发明实施例中,对于收发通道可以在天线处灵活切换的通信设备,获取半双工的传输模式下的第一系统发射功率值;获取全双工的传输模式下的第二系统发射功率值,所述第二系统发射功率值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统发射功率值中的最小值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第二子集下的系统发射功率值中的最小值,或者所述第二系统发射功率值为小于系统发射功率阈值的系统发射功率值;根据第一系统发射功率值与第二系统发射功率值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统发射功率值与第二系统发射功率值中的较小值对应的传输模式;换言之,在多天线系统运行的当前信道条件下,根据系统发射功率较小化或最小化的准则,选择使得系统发射功率较小化或最小化的传输模式,从而实现在当前信道条件下,使得系统性能较优或最优。

[0147] 参见图 3,本发明实施例提供的一种全双工的传输模式下的天线收发组合确定方法,可应用于通信设备,该方法可包括:

[0148] 301、获取全双工的传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值,其中所述多种天线收发候选组合为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集,或者为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集的第三子集;

[0149] 302、从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择最优性能评估值,或者,从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择优于系统性能阈值的性能评估值;

[0150] 应当理解的是:在不同的实现方式下,系统性能评估指标可以是系统容量或者系统发射功率或其他指标,相应的,应当理解的是,这里的系统性能评估值可以是系统容量值、系统发射功率值等各种能评价系统性能的指标。

[0151] 相应的,步骤 302 中的“优”对于不同的性能评估指标而言可以是取最大或较大或大于目标性能评估值(比如系统容量),或者最小或较小或小于目标性能评估值(比如系统发射功率)。

[0152] 303、确定所述最优性能评估值或目标性能评估值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式。

[0153] 在一种实现方式下,步骤 301 可以包括:计算全双工传输模式下的对应于所有天线收发候选组合的系统容量值;其中,全双工传输模式下的所有天线收发候选组合构成所述全集;或者,在第一计算时间阈值内,计算全双工传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统容量值;其中,所述第一计算时间阈值内进行系统容量值计算的、全双工传输模式下的多种天线收发候选组合构成所述第三子集;

[0154] 相应的,步骤 302 可以包括:从所述对应于多种天线收发候选组合的系统容量值中选择最大系统容量值,或者,从所述对应于多种天线收发候选组合的系统容量值中选择超过系统容量阈值的目标系统容量值;

[0155] 相应的,步骤 303 可以包括:确定所述最大系统容量值或目标系统容量值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式。

[0156] 具体的,在一种实现方式下,所述计算全双工传输模式下的一种天线收发组合下的系统容量值,包括:

[0157] 基于所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将系统的信道矩阵划分为四个子矩阵,或者,基于由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵划分为四个子矩阵;

[0158] 选择主对角线上的两个子矩阵和副对角线上的两个子矩阵,并基于主对角线上的两个子矩阵计算第一系统容量候选值,基于副对角线上的两个子矩阵计算第二系统容量候选值;

[0159] 确定第一系统容量候选值与第二系统容量候选值中的较大值为对应于所述当前矩阵划分方式下的系统容量值;

[0160] 其中, S 为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集,或者为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集的所述第三子集;

[0161] 所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合,或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合, S 种矩阵划分方式对应 S 种不同的天线收发候选组合,需要说明的是,这里针对的矩阵可以是原信道矩阵,也可以是变化后的信道矩阵;

[0162] 其中, S 为大于或等于 1 的整数。

[0163] 在另一种实现方式下,步骤 301 可以包括:计算全双工传输模式下的对应于所有天线收发候选组合的系统发射功率值;其中,全双工传输模式下的所有天线收发候选组合构成所述全集;或者,在第二计算时间阈值内,计算全双工传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统发射功率值;其中,所述第二计算时间阈值内进行系统发射功率值计算的、全双工传输模式下的多种天线收发候选组合构成所述第三子集;应当理解的是,第二计算时间阈值可以根据实际的应用场景灵活设置。

[0164] 相应的,步骤 302 可以包括:从所述对应于多种天线收发候选组合的系统发射功率值中选择最小系统发射功率值,或者,从所述对应于多种天线收发候选组合的系统发射功率值中选择小于系统发射功率阈值的目标系统发射功率值;应当理解的是,系统发射功率阈值可以根据实际的应用场景灵活设置。

[0165] 相应的,步骤 303 可以包括:确定所述最小系统发射功率值或目标系统发射功率值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式。

[0166] 具体的,在一种实现方式下,所述计算全双工传输模式下的一种天线收发组合下的系统发射功率值,包括:

[0167] 基于所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将系统的信道矩阵划分为四个子矩阵,或者,基于由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵划分为四个子矩阵;

[0168] 选择主对角线上的两个子矩阵和副对角线上的两个子矩阵,并基于主对角线上的两个子矩阵计算第一系统发射功率候选值,基于副对角线上的两个子矩阵计算第二系统发射功率候选值;

[0169] 确定第一系统发射功率候选值与第二系统发射功率候选值中的较小值为对应于所述当前矩阵划分方式下的系统发射功率值;

[0170] 其中, S 为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集,或者为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集的所述第三子集;

[0171] 所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合,或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合, S 种矩阵划分方式对应 S 种不同的天线收发候选组合,需要说明的是,这里针对的矩阵可以是原信道矩阵,也可以是变化后的信道矩阵;

[0172] 其中, S 为大于或等于 1 的整数。

[0173] 需要说明的是,如果通信设备的全部天线都选择为发射模式,或者通信设备的全部天线都选择为接收模式,那么该通信设备就工作在半双工模式。如果两个全双工多天线设备之间通信时,全部天线都选择发射模式或者接收模式,那么系统就工作在半双工模式。所以在不考虑半双工和全双工的天线收发组合之间系统实现差异的时候,可以将半双工模式作为一种天线收发组合与全双工模式下的收发天线组合一起用于计算系统性能评估值,从中确定最优或较优性能对应的模式(可能是半双工,或者全双工的一种天线收发组合)用于数据传输。计算系统性能评估值时,半双工模式不对矩阵进行变换和划分,由信道矩阵计算出的单方向传输性能就代表系统性能。

[0174] 由上可见,本发明实施例中,对于收发通道可以在天线处灵活切换的通信设备,如果采用全双工的传输模式时,获取全双工的传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值,其中所述多种天线收发候选组合为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集,或者为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集的第三子集;从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择最优性能评估值,或者,从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择优于系统性能阈值的性能评估值;确定所述最优性能评估值或目标性能评估值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式;换言之,在多天线系统以全双工的传输模式运行的当前信道条件下,根据性能评估值较优化或最优化的准则,确定全双工模式下的最佳或较佳天线收发组合,从而实现在系统的当前信道条件下,使得系统性能较优或最优。

[0175] 下面将结合具体的实施例来介绍本发明的传输模式选择方法,为了便于描述,下文实施例中将假设两个通信设备之间的信道是瑞利(Rayleigh)衰落的复高斯信道。自干扰信道是 K 很大的莱斯(Rician)信道(K 为莱斯信道的参数),即均值很大的复高斯信道。

[0176] 1) 基于系统容量优化的传输模式选择方法:

[0177] 本发明实施例中,以具有两个天线的通信设备来举例说明,应当理解的是,本领域技术人员根据如下介绍的实施方式能推广到通信设备上的天线数量大于两根的情况。

[0178] 对于具有两个天线的通信设备,可以使用做半双工传输,通过单方向的空分复用发送两个数据流;也可以用一根天线发射另一个天线接收进行全双工通信,此时每个通信设备同时接收一个数据流并发射一个数据流,这样加起来也是两个数据流。

[0179] 图4为具有两个天线的本端通信设备与具有两个天线的对端通信设备之间的两种传输模式的示意图。下面分析一下典型复高斯信道条件下,如何根据信道矩阵判断哪一种传输方式的系统容量较高。

[0180] 为了分析系统容量,首先对全双工通信设备干扰删除后的信道进行建模。假设自干扰信道的信道响应为 h_i ,两个通信设备之间的信道响应为 h_s ,本端通信设备的发射信号为 x ,对端通信设备发射信号为 s ,那么本端通信设备接收天线的接收信号表示为

$$[0181] \quad y_r = h_i x + h_s s + n$$

[0182] 其中 n 为加性复高斯噪声。 h_i 是一个均值很大的循环对称复高斯随机变量,对应 κ 很大的莱斯信道; h_s 是一个均值为零的循环对称复高斯随机变量,对应一个瑞利信道; n 也是一个均值为零的循环对称复高斯随机变量。

[0183] 自干扰删除的步骤是通信设备估计出自干扰信道响应 \hat{h}_i ,确定自身发射的信号 x ,这样就可以重构出接收天线处的自干扰信号 $\hat{h}_i x$,然后从接收信号中减去自干扰信号。令 h_x 为自干扰删除后的等效自干扰信道响应,即 $h_x = h_i - \hat{h}_i$,那么自干扰删除后的接收信号为

$$[0184] \quad y'_r = h_x x - \hat{h}_i x + h_s s + n$$

$$[0185] \quad = h_x x + h_s s + n$$

$$[0186] \quad = h_s s + n'$$

[0187] 其中 $n' = h_x x + n$,是干扰删除后的残留干扰和噪声。

[0188] 设 $h_i \sim \mathcal{CN}(\mu, \sigma_1^2)$ (即, h_i 服从均值为 μ , 方差为 σ_1^2 的循环对称复高斯随机变量,下同),因为现在信道估计算法都是无偏估计,那么信道响应的估计值 $\hat{h}_i \sim \mathcal{CN}(\mu, \sigma_2^2)$ 。自干扰删除之后的等效自干扰信道响应 $h_x \sim \mathcal{CN}(0, \sigma_i^2)$ 。注意,因为 h_i 和 \hat{h}_i 不是统计独立的,所以 σ_i^2 不等于 $\sigma_1^2 + \sigma_2^2$ 。 σ_i^2 的具体数值取决与实际使用的信道估计算法,如果是使用的最小均分误差(Minimum Mean Square Error, MMSE)算法,那么可以计算得到 $\sigma_i^2 = \frac{\sigma_1^2 \sigma_0^2}{\sigma_1^2 P_x + \sigma_0^2}$,其中 P_x 是本端通信设备的发射信号功率。

[0189] 由此可以看出,自干扰删除后的残留自干扰功率为 $\sigma_i^2 P_x$,当系统发射功率缓慢变化时,残留自干扰信号是一个零均值的循环对称高斯随机变量。结论:自干扰删除后两个全双工通信设备之间的信道仍然是一个加性高斯白噪声信道(Additive White Gaussian Noise channel, AWGN channel)。

[0190] 这样自干扰删除后两个全双工通信设备之间的等效信道可以表示为

$$[0191] \quad y'_r = h_s s + n'$$

[0192] 其中 $n' = h_x x + n$ 为残留自干扰加上噪声,且 $n' \sim \mathcal{CN}(0, \sigma_i^2 P_x + \sigma_0^2)$, σ_0^2 是原始噪声的方差。

[0193] 假设对于通信设备而言,两个通信设备之间的信道矩阵是已知的,这在实际中是合理的。对于两个通信设备慢速运动,信道响应随时间的变化很慢,这里可以通过一个通信设备向另一个通信设备发射参考信号来估计信道响应,然后用估计出来的信道响应作为后续一段时间内的信道响应。当然,还可以通过信道互易性来简化信道估计的过程。

[0194] 令 P_s 为对端通信设备的发射信号 s 的功率; $SNR = P_s/\sigma_0^2$ 为没有自干扰情况下的信噪比(Signal-to-Noise Ratio, SNR); $IoT = (\sigma_i^2 P_x + \sigma_0^2)/\sigma_0^2$ 为自干扰删除后残留干扰和噪声的功率之和与原始噪声的比值,表征残留自干扰将原有噪声门限抬高了多少倍。

[0195] 这样两天线的点对点全双工信道的总容量为

$$[0196] \quad C_{FD} = \max_{i \in \{1,2\}} \left(\log\left(1 + \frac{|h_{1i}|^2 P_s}{\sigma_i^2 P_x + \sigma_0^2}\right) + \log\left(1 + \frac{|h_{2\bar{i}}|^2 P_s}{\sigma_i^2 P_x + \sigma_0^2}\right) \right)$$

$$[0197] \quad = \max_{i \in \{1,2\}} \left(\log\left(1 + \frac{|h_{1i}|^2 SNR}{IoT}\right) + \log\left(1 + \frac{|h_{2\bar{i}}|^2 SNR}{IoT}\right) \right)$$

[0198] 其中 $\bar{i} = 3 - i$ 。

[0199] 容量公式中 i 的选择对应两设备之间两种不同的天线收发组合;

[0200] 如图5所示,为具有两个天线的本端通信设备与具有两个天线的对端通信设备之间的不同天线收发组合的示意图,图5中用两种不同的线型表明了这两种不同的天线收发组合方式,分别为通信设备1的天线1用于发射,通信设备1的天线2用于接收,通信设备2的天线1用于发射,通信设备2的天线2用于接收;通信设备1的天线1用于发射,通信设备1的天线2用于接收,通信设备2的天线1用于接收,通信设备2的天线2用于发射。

[0201] 在通信设备知道信道矩阵的半双工情况下,MIMO系统的容量是通过功率注水,然后在对应的特征信道上进行传输,其信道容量表示为

$$[0202] \quad C_{HD} = \log\left(1 + \frac{P^*(\lambda_1)\lambda_1^2}{\sigma_0^2}\right) + \log\left(1 + \frac{P^*(\lambda_2)\lambda_2^2}{\sigma_0^2}\right)$$

[0203] 其中 λ_i ($i = 1, 2$),是信道矩阵的奇异值, $P^*(\lambda_i)$ 对应第 i 个特征信道上的系统发射功率,其满足下面的方程组(其中 μ 根据方程组确定, P 是通信设备总的发射功率):

$$[0204] \quad P^*(\lambda_i) = \left(\mu - \frac{\sigma_0^2}{\lambda_i^2} \right)$$

$$[0205] \quad \sum_{i=1}^2 \left(\mu - \frac{\sigma_0^2}{\lambda_i^2} \right) = P$$

[0206] 从上面的解出 $P^*(\lambda_i)$ 的表达式,代入MIMO的容量公式得到

$$[0207] \quad C_{HD} = \log\left(\frac{\lambda_1^2}{\sigma_0^2} \mu\right) + \log\left(\frac{\lambda_2^2}{\sigma_0^2} \mu\right)$$

$$[0208] \quad = \log\left(\frac{P\lambda_1^2}{2\sigma_0^2} + \frac{\lambda_1^2}{2} \left(-\frac{1}{\lambda_1^2} + \frac{1}{\lambda_2^2}\right)\right) + \log\left(\frac{P\lambda_2^2}{2\sigma_0^2} + \frac{\lambda_2^2}{2} \left(\frac{1}{\lambda_1^2} - \frac{1}{\lambda_2^2}\right)\right)$$

[0209] 为了做公平比较,令全双工的传输模式时每个通信设备的最大系统发射功率为半双工传输模式时发射通信设备功率的一半,即, $P_s = P/2$ 。这时,两种传输模式下,整个系统的最大系统发射功率都是 P 。

[0210] 在半双工容量公式中,令 $SNR = P/2\sigma_0^2 = P_s/\sigma_0^2$,相当于平均每个数据流的SNR,这样容量公式可以表示为

$$[0211] \quad C_{\text{HD}} = \log \left(\lambda_1^2 \text{SNR} + \frac{\lambda_1^2}{2} \left(-\frac{1}{\lambda_1^2} + \frac{1}{\lambda_2^2} \right) \right) + \log \left(\lambda_2^2 \text{SNR} + \frac{\lambda_2^2}{2} \left(\frac{1}{\lambda_1^2} - \frac{1}{\lambda_2^2} \right) \right)$$

[0212] 因为 $\lim_{\text{SNR} \rightarrow \infty} C_{\text{FD}} / \log \text{SNR} = \lim_{\text{SNR} \rightarrow \infty} C_{\text{HD}} / \log \text{SNR} = 2$, 可见全双工传输模式下和半双工传输模式下具有相同的自由度, 也就是都最多只能传输 2 个数据流。

[0213] 所以在系统的信道矩阵 \mathbf{H} 是已知的情况下, 基于容量的传输模式选择方法如下, 如果 $C_{\text{HD}}(\mathbf{H}) > C_{\text{FD}}(\mathbf{H})$, 则选择半双工传输模式; 如果 $C_{\text{HD}}(\mathbf{H}) < C_{\text{FD}}(\mathbf{H})$, 则选择全双工传输模式。

[0214] 在高信噪比情况下, 且对于全双工的自干扰删除后残留的干扰相对于接收信号的功率很小时, 可以简化传输模式的容量最优准则。可假设 $1 < \text{IoT} \ll \text{SNR}$, 这样两种传输模式下的系统容量可以表示为:

$$[0215] \quad C_{\text{FD}} = 2 \log \text{SNR} + 2 \max_{\{i=1,2\}} \log |h_{1i}| |h_{2i}| - 2 \log \text{IoT}$$

$$[0216] \quad C_{\text{HD}} = 2 \log \text{SNR} + 2 \log |\lambda_1| |\lambda_2| = 2 \log \text{SNR} + 2 \log |\det(\mathbf{H})|$$

[0217] 当残留自干扰很小时, 包括具有 2 天线的本端通信设备和具有 2 天线的对端通信设备的系统的全双工容量完全取决于信道矩阵主对角线和副对角线上元素乘积的绝对值中的较大值, 半双工容量完全取决于信道矩阵的行列式的绝对值。

[0218] 接下来进一步给出高 SNR、低 IoT (Interference over Thermal, 干扰噪声比) 场景下基于容量的传输模式选择方法的一个直观解释。

[0219] 此时的信道矩阵 \mathbf{H} 是一个 2×2 的矩阵。其中包括了两条点对点链路, 其链路响应分别对应主对角线上的元素和副对角线上的元素。这两条链路分别称为直接链路和交叉链路, 如图 5 所示。

[0220] 全双工通信选择直接链路和交叉链路中的一条进行传输, 而半双工通信同时利用直接链路和交叉链路进行传输。那么如果这两条链路是“互相促进”的, 那么半双工的效果就会好于全双工; 如果两条链路是“互相抵触”的, 那么全双工效果就会好于半双工。

[0221] 本发明实施例中, 在此通过一个实际 2×2 的 \mathbf{H} 矩阵来说明两条链路的“相互促进”和“相互抵触”的效果。如果信道矩阵为 $\mathbf{H} = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}$, 直接链路传输两个数据流的信道增益为 6, 交叉链路传输两个数据流的信道增益为 1, 所以全双工的容量指标为 6。如果进行半双工传输, 可以通过高斯消元法除去一个数据流对另一个数据流的干扰, $\mathbf{H} = \begin{pmatrix} 0 & 7 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}$, 总的两数据流的增益为 7, 也就是行列式的绝对值。这样的信道矩阵条件下, 两条链路是“相互促进”的。

[0222] 如果信道矩阵为 $\mathbf{H} = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$, 直接链路传输两个数据流的信道增益为 6, 交叉链路传输两个数据流的信道增益为 1, 所以全双工的容量指标为 6。如果进行半双工传输, 可以通过高斯消元法除去一个数据流对另一个数据流的干扰, $\mathbf{H} = \begin{pmatrix} 0 & -5 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$, 总的两数据流的增益为 5, 也就是行列式的绝对值。这样的信道矩阵条件下, 两条链路是“相互抵触”的。

[0223] 应当理解的是, 本发明实施例中, 可以将具有两个天线的通信设备 (亦可称为 2 天

线通信设备)推广到具有多个天线的通信设备(亦可称为多天线通信设备)之间的点对点通信。在信道矩阵 \mathbf{H} 已知的情况下,可以考虑两个通信设备的所有可能的天线收发候选组合,这样相当于将整个系统的信道矩阵或者其变化后的矩阵划分为 4 个子矩阵,而应用其中的处于对角关系的两个子矩阵进行信道传输。本实施例中,可以挑选整个系统的信道矩阵中的使得对角子矩阵关系的“相互促进”最大化的矩阵变换方式和分块方式。本实施例中,可以用矩阵分块优化后的容量指标相对于整个系统进行半双工通信的容量指标之差来表征全双工模式相对于半双工的传输模式下的容量增益(简称相对容量增益):

[0224]

$$\text{MPG} = \max_{\substack{\text{row/column transformation of } \mathbf{H} \\ \mathbf{C} \in \mathbf{H}_1 \text{ and } \mathbf{H}_2 \text{ are diagonal sub-matrices}}} |\det(\mathbf{H}_1 \mathbf{H}_1^H)| |\det(\mathbf{H}_2 \mathbf{H}_2^H)| - |\det(\mathbf{H} \mathbf{H}^H)|$$

[0225] 其中, \mathbf{H}_1 和 \mathbf{H}_2 是对信道矩阵 \mathbf{H} 或者其变换矩阵进行划分后的对角子矩阵。

[0226] 本发明实施例中暂且将这个相对容量增益称为矩阵分块增益(Matrix Partitioning Gain, MPG)。

[0227] 这样的话,对于高 SNR、低 IoT 的场景,基于容量的传输模式选择准则为:

[0228] 如果 $\text{MPG} - \log \text{IoT} > 0$, 则使用全双工模式进行通信;如果 $\text{MPG} - \log \text{IoT} < 0$, 则使用半双工的传输模式下进行通信。

[0229] 假设两个通信设备分别有 M 根天线和 N 根天线,为了搜索出最大的矩阵分块增益,需要遍历所有的天线收发候选组合,一共有 $\frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \binom{N}{i} \right) \left(\sum_{j=1}^{M-1} \binom{M}{j} \right)$ 种组合。

当然也可以利用优化算法求解出一个局部最优解,以获得性能和计算复杂度之间的有效折中。

[0230] 下面举个 4 天线通信设备的例子说明矩阵分块增益的计算。此时 \mathbf{H} 是一个 4×4 矩阵的矩阵。如果进行全双工通信,对于每个通信设备而言,都可以用其中的一根天线作为接收天线,另 3 根天线作为发射天线(在 \mathbf{H} 矩阵在两个通信设备之间具有互易性的时候,这个场景等效于用 1 根天线作为发射天线,其余 3 根天线作为接收天线);或者,2 根天线作为接收天线,另外 2 根天线作为发射天线。如图 6 所示,以具有四个天线的本端通信设备与具有四个天线的对端通信设备为例介绍全双工的传输模式下的所有的收发天线候选组合的矩阵分块的情况。

[0231] 按标准循环对称复高斯变量独立生成 \mathbf{H} 中的元素,然后将其所有的矩阵分块可能代入最原始的全双工传输模式下的和半双工传输模式下的容量公式;如图 7 所示,以具有四个天线的本端通信设备与具有四个天线的对端通信设备为例介绍半双工 MIMO 的系统容量值与全双工传输模式下的最优收发天线组合下的系统容量值的对比效果,换言之,图 7 为两种传输容量的累计分布函数(Cumulative Distribution Function, CDF)对比的示意图,其中,细线表示全双工的传输模式下的数据,粗线表示半双工的传输模式下的数据,由图 7 可知,进行矩阵分块优化后,全双工的传输模式下的最优天线收发组合的平均容量比半双工的传输模式下的所有天线用于发射信号或所有天线用于接收信号的天线收发组合的容量提升 40%。需要说明的是,本实施例中,遍历了所有的天线收发组合情况,故得到全双工的传输模式下的最优天线收发组合的平均容量。

[0232] 2) 基于系统发射功率优化的传输模式选择方法:

[0233] 本发明实施例中,以蜂窝系统的通信设备来举例说明,应当理解的是,本领域技术人员根据如下介绍的实施方式能推广到其他通信系统的通信设备的情况。

[0234] 计算半双工的传输模式下系统发射功率,可以采用现有技术来计算得到。

[0235] 对于全双工的传输模式,通过 S 种不同的子矩阵划分办法将两个通信设备之间的信道矩阵 H ,以及由信道矩阵 H 变化得到的矩阵进行划分,得到 4 个子矩阵。 H_1 和 H_2 分别为主对角线上或者副对角线上的两个子矩阵,计算主对角线上两个子矩阵对应的系统发射功率,计算副对角线上的子矩阵对应的系统发射功率,将两者中较小的作为该矩阵行列变化和划分条件下的全双工模式的系统发射功率。

[0236] 计算用于系统发射功率的矩阵变换的个数和子矩阵划分的个数 S ,通过实际中系统的性能和技术的复杂度折中进行确定。

[0237] 将所有计算的全双工天线收发候选组合中最小的系统发射功率作为全双工模式的系统发射功率。

[0238] 如果计算出的全双工模式的最小系统发射功率小于半双工模式的系统发射功率,则使用全双工模式中计算出的最小的系统发射功率对应的天线收发组合进行传输;如果计算出半双工的系统发射功率小于全双工模式中计算出的最小的系统发射功率,那么就使用半双工模式进行传输。具体细节可参考前述实施例,这里不再赘述。

[0239] 综上所述,基于如下两个优化目标进行传输模式的选择:

[0240] A、系统容量

[0241] 容量计算方法:

[0242] 1. 低 SNR,或自干扰删除后残留自干扰比有用信号大,或者中同一数量级范围内的场景,使用传统的香农公式,或者 MIMO 容量进行计算不同天线收发组合的系统容量。

[0243] 2. 高 SINR,和自干扰删除后残留自干扰比有用信号小得多的场景,使用矩阵分块准则进行简化容量评估。

[0244] B、系统发射功率

[0245] 系统发射功率的计算方法:

[0246] 对于正交频分复用(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM)系统,可以通过如下方式计算半双工模式下的最小系统发射功率的和全双工模式下的不同天线收发组合情况下的最小系统发射功率:

[0247] 1、根据用户需要传输的数据量和在资源块(Resource Block, RB,指几个 OFDM 符号和子载波共同组成的传输资源)上的信道条件,使用现有的资源调度算法(比如比例公平算法 PFS, Proportional Fair Scheduling)进行资源分配。

[0248] 2、根据信道矩阵(半双工模式下使用信道矩阵 H ,全双工模式下使用对角线上的子矩阵 H_1 和 H_2)确定分配传输资源上的预编码矩阵,据此计算出各数据流上的信道增益。

[0249] 3、根据信干噪比(Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio, SINR)和传输的 QoS 要求(这里的 QoS 可以包括时延要求、误帧率要求,比如长期演进系统(Long Term Evolution, LTE)的物理下行共享信道(Physical Downlink Share Channel, PDSCH)的误帧率要求小于 10% 等)计算出传输使用的调制编码方式(Modulation and Coding Scheme, MCS)。

[0250] 4、不同系统都有不同 MCS 对应的 SINR 要求,然后我们由步骤 2 和 3 中确定的信道

增益、噪声门限,以及全双工模式下的残留自干扰功率确定通信设备的最小系统发射功率。

[0251] 本发明实施例还提供用于实施上述方法的相关装置和系统。

[0252] 装置实施例一

[0253] 参见图 12A、本发明实施例提供一种传输模式选择装置 1200,可包括:第一系统容量值获取单元 1201、第二系统容量值获取单元 1202 和第一传输模式选择单元 1203,其中:

[0254] 第一系统容量值获取单元 1201,用于获取半双工的传输模式下的第一系统容量值;

[0255] 第二系统容量值获取单元 1202,用于获取全双工的传输模式下的第二系统容量值,所述第二系统容量值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统容量值中的最大值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第一子集下的系统容量值中的最大值,或者所述第二系统容量值为超过系统容量阈值的系统容量值;

[0256] 第一传输模式选择单元 1203,用于根据所述第一系统容量值获取单元输出的第一系统容量值与所述第二系统容量值获取单元输出的第二系统容量值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为所述第一系统容量值与第二系统容量值中的较大值对应的传输模式。

[0257] 在一种实现方式下,第一传输模式选择单元 1203 具体用于:如果所述第二系统容量值获取单元输出的第二系统容量值大于所述第一系统容量值获取单元输出的第一系统容量值,则选择全双工的传输模式;如果所述第二系统容量值获取单元输出的第二系统容量值小于所述第一系统容量值获取单元输出的第一系统容量值,则选择半双工的传输模式。

[0258] 应当理解的是,如果第二系统容量值等于第一系统容量值,则可以随机的选择一种传输模式,或者进一步考虑其他因素来决定选择哪一种传输模式。

[0259] 如果应用于包括 M 根天线的第一通信设备和包括 N 根天线的第二通信设备的无线通信系统中, M 和 N 为大于 1 的整数,如果第二系统容量值较大,则目标传输模式为全双工的传输模式,如图 12B 所示,本发明实施例的传输模式选择装置 1200 进一步包括:

[0260] 传输单元 1204,用于基于第二系统容量值对应的天线收发组合进行全双工的数据传输,其中,所述第二系统容量值对应的天线收发组合表示:使用全双工的传输模式进行传输时第一通信设备上的 M 根天线中各个天线的传输模式,及第二通信设备上的 N 根天线中各个天线的传输模式,其中所述天线的传输模式为接收信号或发射信号。换言之,即第一通信设备上的 M 根天线中哪些天线的传输模式为接收信号,而哪些天线的传输模式为发射信号,应当理解的是,本发明实施例中,第二系统容量值对应的天线收发候选组合表示第一通信设备上的 M 根天线中部分天线的传输模式为接收信号,而另一部分天线的传输模式为发射信号,但应当理解的是,在极端的情况下,也可能表示第一通信设备上的 M 根天线中所有天线的传输模式都是接收信号,也可能确定出第一通信设备上的 M 根天线中所有天线的传输模式都是发射信号。

[0261] 以及,所述包括 N 根天线的第二通信设备是单一的通信设备,或者是多个通信设备的集合。

[0262] 或者,如果第一系统容量值较大,则目标传输模式为半双工的传输模式,如图 12B 所示,本发明实施例的传输模式选择装置 1200 中:

[0263] 传输单元 1204 还用于基于第一系统容量值对应的天线收发组合进行半双工的数据传输,其中,所述第一系统容量值对应的天线收发候选组合表示使用半双工的传输模式进行传输时第一通信设备上的 M 根天线中各个天线的传输模式均为接收信号,及第二通信设备上的 N 根天线中各个天线的传输模式均为发射信号;或者,第一通信设备上的 M 根天线中各个天线的传输模式均为发射信号及第二通信设备上的 N 根天线中各个天线的传输模式均为接收信号。应当理解的是,根据信道互易性,采用半双工的传输模式的情况下,两个通信设备的收发对调,信道容量不变。

[0264] 以及,本发明实施例中,所述装置进一步包括:

[0265] 系统容量值计算单元 1205,用于计算全双工传输模式下的对应于所有天线收发候选组合的系统容量值;其中,全双工传输模式下的所有天线收发候选组合构成所述全集;或者,在第一计算时间阈值内,计算全双工传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统容量值;其中,所述第一计算时间阈值内进行系统容量值计算的、全双工传输模式下的多种天线收发候选组合构成所述第一子集。

[0266] 在一种具体实现方式下,系统容量值计算单元 1205 具体用于:

[0267] 基于所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将系统的信道矩阵划分为四个子矩阵,或者,基于由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵划分为四个子矩阵;

[0268] 选择主对角线上的两个子矩阵和副对角线上的两个子矩阵,并基于主对角线上的两个子矩阵计算第一系统容量候选值,基于副对角线上的两个子矩阵计算第二系统容量候选值;

[0269] 确定第一系统容量候选值与第二系统容量候选值中的较大值为对应于所述当前矩阵划分方式下的系统容量值;

[0270] 其中, S 为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集,或者为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集的第一子集;

[0271] 所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合,或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合, S 种矩阵划分方式对应 S 种不同的天线收发候选组合,需要说明的是,这里针对的矩阵可以是原信道矩阵,也可以是变化后的信道矩阵;

[0272] 其中, S 为大于或等于 1 的整数。

[0273] 由上可见,本发明实施例中,对于收发通道可以在天线处灵活切换的通信设备,获取半双工的传输模式下的第一系统容量值;获取全双工的传输模式下的第二系统容量值,所述第二系统容量值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统容量值中的最大值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第一子集下的系统容量值中的最大值,或者所述第二系统容量值为超过系统容量阈值的系统容量值;根据第一系统容量值与第二系统容量值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统容量值与第二系统容量值中的较大值对应的传输模式;换言之,在多天线系统运行的当前

信道条件下,根据系统容量较大化或最大化的准则,选择使得系统容量较大化或最大化的传输模式,从而实现在系统的当前信道条件下,使得系统性能较优或最优。

[0274] 装置实施例二

[0275] 参见图 13A、本发明实施例提供另一种传输模式选择装置 1300,可包括:第一系统发射功率值获取单元 1301、第二系统发射功率值获取单元 1302 和第二传输模式选择单元 1303,其中:

[0276] 第一系统发射功率值获取单元 1301,用于获取半双工的传输模式下的第一系统发射功率值;

[0277] 第二系统发射功率值获取单元 1302,用于获取全双工的传输模式下的第二系统发射功率值,所述第二系统发射功率值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统发射功率值中的最小值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第二子集下的系统发射功率值中的最小值,或者所述第二系统发射功率值为小于系统发射功率阈值的系统发射功率值;

[0278] 第二传输模式选择单元 1303,用于根据所述第一系统发射功率值获取单元输出的第一系统发射功率值与所述第二系统发射功率值获取单元输出的第二系统发射功率值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统发射功率值与第二系统发射功率值中的较小值对应的传输模式。

[0279] 在一种实现方式下,第二传输模式选择单元 1303 具体用于:如果所述第二系统发射功率值获取单元输出的第二系统发射功率值小于所述第一系统发射功率值获取单元输出的第一系统发射功率值,则选择全双工的传输模式;如果所述第二系统发射功率值获取单元输出的第二系统发射功率值大于所述第一系统发射功率值获取单元输出的第一系统发射功率值,则选择半双工的传输模式。

[0280] 应当理解的是,如果第二系统发射功率值等于第一系统发射功率值,则可以随机的选择一种传输模式,或者进一步考虑其他因素来决定选择哪一种传输模式。

[0281] 如果应用于包括 M 根天线的第一通信设备和包括 N 根天线的第二通信设备的无线通信系统中, M 和 N 为大于 1 的整数,如果第二系统发射功率值较小,则目标传输模式为全双工的传输模式,如图 13B 所示,本发明实施例的传输模式选择装置 1300 进一步包括:

[0282] 传输单元 1304,用于基于第二系统发射功率值对应的天线收发组合进行全双工的数据传输,其中,所述第二系统发射功率值对应的天线收发组合表示:使用全双工的传输模式进行传输时第一通信设备上的 M 根天线中各个天线的传输模式,及第二通信设备上的 N 根天线中各个天线的传输模式,其中所述天线的传输模式为接收信号或发射信号。

[0283] 以及,所述包括 N 根天线的第二通信设备是单一的通信设备,或者是多个通信设备的集合。

[0284] 或者,如果第一系统发射功率值较小,则目标传输模式为半双工的传输模式,如图 13B 所示,本发明实施例的传输模式选择装置 1300 中:

[0285] 传输单元 1304 还用于基于第一系统发射功率值对应的天线收发组合进行半双工的数据传输,其中,所述第一系统发射功率值对应的天线收发候选组合表示使用半双工的传输模式进行传输时,第一通信设备上的 M 根天线中各个天线的传输模式均为接收信号,及第二通信设备上的 N 根天线中各个天线的传输模式均为发射信号;或者,第一通信设备

上的 M 根天线中各个天线的传输模式均为发射信号,及第二通信设备上的 N 根天线中各个天线的传输模式均为接收信号。应当理解的是,根据信道互易性,采用半双工的传输模式的情况下,两个通信设备的收发对调,系统发射功率的计算结果不变。

[0286] 以及,本发明实施例的传输模式选择装置 1300 进一步包括:

[0287] 系统发射功率值计算单元 1305,用于计算全双工传输模式下的对应于所有天线收发候选组合的系统发射功率值;其中,全双工传输模式下的所有天线收发候选组合构成所述全集;或者,在第二计算时间阈值内,计算全双工传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统发射功率值;其中,所述第二计算时间阈值内进行系统发射功率值计算的、全双工传输模式下的多种天线收发候选组合构成所述第二子集。

[0288] 在一种具体实现方式下,系统发射功率值计算单元 1305 具体用于:

[0289] 基于所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将系统的信道矩阵划分为四个子矩阵,或者,基于由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵划分为四个子矩阵;

[0290] 选择主对角线上的两个子矩阵和副对角线上的两个子矩阵,并基于主对角线上的两个子矩阵计算第一系统发射功率候选值,基于副对角线上的两个子矩阵计算第二系统发射功率候选值;

[0291] 确定第一系统发射功率候选值与第二系统发射功率候选值中的较小值为对应于所述当前矩阵划分方式下的系统发射功率值;

[0292] 其中, S 为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集,或者为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集的所述第二子集;

[0293] 所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合,或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合, S 种矩阵划分方式对应 S 种不同的天线收发候选组合,需要说明的是,这里针对的矩阵可以是原信道矩阵,也可以是变化后的信道矩阵;

[0294] 其中, S 为大于或等于 1 的整数。

[0295] 其中,本发明实施例中提到的由所述系统的信道矩阵变换得到信道矩阵的矩阵变换方式是指在信道矩阵中,交换矩阵中行向量的顺序和 / 或交换矩阵中列向量的顺序。

[0296] 由上可见,本发明实施例中,对于收发通道可以在天线处灵活切换的通信设备,获取半双工的传输模式下的第一系统发射功率值;获取全双工的传输模式下的第二系统发射功率值,所述第二系统发射功率值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统发射功率值中的最小值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第二子集下的系统发射功率值中的最小值,或者所述第二系统发射功率值为小于系统发射功率阈值的系统发射功率值;根据第一系统发射功率值与第二系统发射功率值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统发射功率值与第二系统发射功率值中的较小值对应的传输模式;换言之,在多天线系统运行的当前信道条件下,根据系统发射功率较小化或最小化的准则,选择使得系统发射功率较小化或最小化的传输模式,从而实现在系统的当

前信道条件下,使得系统性能较优或最优。

[0297] 装置实施例三

[0298] 参见图 14、本发明实施例提供一种全双工的传输模式下的天线收发组合确定装置 1400,可包括:系统性能评估值获取单元 1401、选择单元 1402 和确定单元 1403,其中:

[0299] 系统性能评估值获取单元 1401,用于获取全双工的传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值,其中所述多种天线收发候选组合为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集,或者为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集的第三子集;

[0300] 选择单元 1402,用于从所述系统性能评估值获取单元获取的所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择最优性能评估值,或者,从所述系统性能评估值获取单元获取的所述对应于多种天线收发候选组合的多种天线收发组合下的系统性能评估值中选择优于系统性能阈值的性能评估值;

[0301] 确定单元 1403,用于确定所述最优性能评估值或目标性能评估值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式。

[0302] 应当理解的是,在不同的实现方式下,系统性能评估指标可以是系统容量或者系统发射功率或其他指标,相应的,应当理解的是,这里的系统性能评估值可以是系统容量值、系统发射功率值等各种能评价系统性能的指标。

[0303] 相应的,本发明实施例中,“优”对于不同的性能评估指标而言可以是取最大或较大或大于目标性能评估值(比如系统容量),或者取最小或较小或小于目标性能评估值(比如系统发射功率)。

[0304] 在一种实现方式下,系统性能评估值获取单元 1401 为系统容量值计算单元,所述系统容量值计算单元用于:计算全双工传输模式下的对应于所有天线收发候选组合的系统容量值;其中,全双工传输模式下的所有天线收发候选组合构成所述全集;或者,在第一计算时间阈值内,计算全双工传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统容量值;其中,所述第一计算时间阈值内进行系统容量值计算的、全双工传输模式下的多种天线收发候选组合构成所述第三子集;

[0305] 相应的,选择单元 1402 具体用于:从所述对应于多种天线收发候选组合的系统容量值中选择最大系统容量值,或者,从所述对应于多种天线收发候选组合的系统容量值中选择超过系统容量阈值的性能评估值;

[0306] 相应的,确定单元 1403 具体用于:确定所述最大系统容量值或目标系统容量值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式。

[0307] 进一步的,在一种具体实现方式下,系统容量值计算单元具体用于:

[0308] 基于所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将系统的信道矩阵划分为四个子矩阵,或者,基于由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式,将由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵划分为四个子矩阵;

[0309] 选择主对角线上的两个子矩阵和副对角线上的两个子矩阵,并基于主对角线上的两个子矩阵计算第一系统容量候选值,基于副对角线上的两个子矩阵计算第二系统容量候选值;

[0310] 确定第一系统容量候选值与第二系统容量候选值中的较大值为对应于所述当前矩阵划分方式下的系统容量值；

[0311] 其中，S 为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集，或者为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集的所述第三子集；

[0312] 所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合，或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合，S 种矩阵划分方式对应 S 种不同的天线收发候选组合，需要说明的是，这里针对的矩阵可以是原信道矩阵，也可以是变化后的信道矩阵；

[0313] 其中，S 为大于或等于 1 的整数。

[0314] 在另一种实现方式下，系统性能评估值获取单元 1401 为系统发射功率值计算单元，所述系统发射功率值计算单元用于：计算全双工传输模式下的对应于所有天线收发候选组合的系统发射功率值；其中，全双工传输模式下的所有天线收发候选组合构成所述全集；或者，在第二计算时间阈值内，计算全双工传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统发射功率值；其中，所述第二计算时间阈值内进行系统发射功率值计算的、全双工传输模式下的多种天线收发候选组合构成所述第三子集；

[0315] 相应的，所述选择单元 1402 具体用于：从所述对应于多种天线收发候选组合的系统发射功率值中选择最小系统发射功率值，或者，从所述对应于多种天线收发候选组合的系统发射功率值中选择小于系统发射功率阈值的目标系统发射功率值；

[0316] 相应的，所述确定单元 1403 具体用于：确定所述最小系统发射功率值或目标系统发射功率值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式。

[0317] 进一步的，在一种具体实现方式下，系统发射功率值计算单元具体用于：

[0318] 基于所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式，将系统的信道矩阵划分为四个子矩阵，或者，基于由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式，将由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵划分为四个子矩阵；

[0319] 选择主对角线上的两个子矩阵和副对角线上的两个子矩阵，并基于主对角线上的两个子矩阵计算第一系统发射功率候选值，基于副对角线上的两个子矩阵计算第二系统发射功率候选值；

[0320] 确定第一系统发射功率候选值与第二系统发射功率候选值中的较小值为对应于所述当前矩阵划分方式下的系统发射功率值；

[0321] 其中，S 为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集，或者为所述系统的信道矩阵或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的所有矩阵划分方式的全集的所述第三子集；

[0322] 所述系统的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合，或者由所述系统的信道矩阵变换得到的信道矩阵的 S 种矩阵划分方式中每一种矩阵划分方式对应一种天线收发候选组合，S 种矩阵划分方式对应 S 种不同的天线收发候选组合，需要说明的是，这里针对的矩阵可以是原信道矩阵，也可以是变化后的信道矩

阵；

[0323] 其中，S 为大于或等于 1 的整数。

[0324] 由上可见，本发明实施例中，对于收发通道可以在天线处灵活切换的通信设备，如果采用全双工的传输模式时，获取全双工的传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值，其中所述多种天线收发候选组合为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集，或者为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集的第三子集；从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择最优性能评估值，或者，从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择优于系统性能阈值的性能评估值；确定所述最优性能评估值或目标性能评估值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式；换言之，在多天线系统以全双工的传输模式运行的当前信道条件下，根据性能评估值较优化或最优化的准则，确定全双工模式下的最佳或较佳天线收发组合，从而实现在当前信道条件下，使得系统性能较优或最优。

[0325] 装置实施例四

[0326] 参见图 15、本发明实施例提供一种通信设备 1500，所述通信设备 1500 包括：多个天线 1502...150N，以及，与所述多个天线 1502...150N 耦合的第一传输模式选择模块 1501，所述第一传输模式选择模块 1501 为上述装置实施例一所述的传输模式选择装置。其他详细实现细节请参考前述方法和装置实施例，这里不再赘述。

[0327] 由上可见，本发明实施例中，对于收发通道可以在天线处灵活切换的通信设备，获取半双工的传输模式下的第一系统容量值；获取全双工的传输模式下的第二系统容量值，所述第二系统容量值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统容量值中的最大值，或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第一子集下的系统容量值中的最大值，或者所述第二系统容量值为超过系统容量阈值的系统容量值；根据第一系统容量值与第二系统容量值的比较结果，选择目标传输模式，其中所述目标传输模式为第一系统容量值与第二系统容量值中的较大值对应的传输模式；换言之，在多天线系统运行的当前信道条件下，根据系统容量较大化或最大化的准则，选择使得系统容量较大化或最大化的传输模式，从而实现在系统的当前信道条件下，使得系统性能较优或最优。

[0328] 装置实施例五

[0329] 参见图 16、本发明实施例提供一种通信设备 1600，所述通信设备 1600 包括：多个天线 1602...160N，以及，与所述多个天线 1602...160N 耦合的第二传输模式选择模块 1601，所述第二传输模式选择模块 1601 为上述装置实施例二所述的传输模式选择装置。其他详细实现细节请参考前述方法和装置实施例，这里不再赘述。

[0330] 由上可见，本发明实施例中，对于收发通道可以在天线处灵活切换的通信设备，获取半双工的传输模式下的第一系统发射功率值；获取全双工的传输模式下的第二系统发射功率值，所述第二系统发射功率值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统发射功率值中的最小值，或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第二子集下的系统发射功率值中的最小值，或者所述第二系统发射功率值为小于系统发射功率阈值的系统发射功率值；根据第一系统发射功率值与第二系统发射功率值的比较结果，选择目标传输模式，其中所述目标传输模式为第一系统发射功率值与第二系统发射功率值中的较小值对应的传输模式；换言之，在多天线系统运行的当前信道条件下，根据系统发射功率较小化或

最小化的准则,选择使得系统发射功率较小化或最小化的传输模式,从而实现在系统的当前信道条件下,使得系统性能较优或最优。

[0331] 装置实施例六

[0332] 参见图 17、本发明实施例提供一种通信设备 1700,所述通信设备 1700 包括:多个天线 1702...170N,以及,与所述多个天线 1702...170N 耦合的天线收发组合确定模块 1701,所述天线收发组合确定模块 1701 为上述装置实施例三所述的全双工的传输模式下的天线收发组合确定装置。其他详细实现细节请参考前述方法和装置实施例,这里不再赘述。

[0333] 由上可见,本发明实施例中,对于收发通道可以在天线处灵活切换的通信设备,如果采用全双工的传输模式时,获取全双工的传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值,其中所述多种天线收发候选组合为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集,或者为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集的第三子集;从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择最优性能评估值,或者,从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择优于系统性能阈值的目标性能评估值;确定所述最优性能评估值或目标性能评估值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式;换言之,在多天线系统以全双工的传输模式运行的当前信道条件下,根据性能评估值较优化或最优化的准则,确定全双工模式下的最佳或较佳天线收发组合,从而实现在当前信道条件下,使得系统性能较优或最优。

[0334] 参见图 18,本发明实施例还提供一种无线通信系统 1800,可包括:第一通信设备 1801 和第二通信设备 1802,其中:

[0335] 第一通信设备 1801 用于:当需要与第二通信设备进行数据传输时,获取半双工的传输模式下的第一系统容量值;获取全双工的传输模式下的第二系统容量值,所述第二系统容量值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统容量值中的最大值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第一子集下的系统容量值中的最大值,或者所述第二系统容量值为超过系统容量阈值的系统容量值;根据第一系统容量值与第二系统容量值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统容量值与第二系统容量值中的较大值对应的传输模式;以及,用于基于所述目标传输模式,与第二通信设备进行数据传输;

[0336] 需要说明的是,第一通信设备 1801 具有多个天线。

[0337] 第二通信设备 1802 用于:接收所述第一通信设备基于所述目标传输模式发送过来的数据,和/或,向所述第一通信设备发送数据。

[0338] 需要说明的是,第二通信设备 1802 可以是一个具有多个天线的通信设备,或者多个通信设备的集合,其中,如果属于后者的情况下,所述多个通信设备的集合中的每个通信设备可以是具有多个天线,或者具有单个天线。

[0339] 以及,如果所述目标传输模式为全双工的传输模式,则:

[0340] 第一通信设备 1801 具体用于:基于所述第二系统容量值对应的天线收发组合,与所述第二通信设备进行全双工的数据传输,其中,所述第二系统容量值对应的天线收发组合表示使用全双工的传输模式进行传输时第一通信设备上的 M 根天线中各个天线的传输模式,及第二通信设备上的 N 根天线中各个天线的传输模式,其中所述天线的传输模式选择性地为接收信号或发射信号。

[0341] 应当理解的是,从多个天线收发候选组合中确定出的被采用的天线收发候选组合,可以直接描述为天线收发组合。

[0342] 其他详细实现细节请参考前述方法和装置实施例,这里不再赘述。

[0343] 由上可见,本发明实施例中,对于收发通道可以在天线处灵活切换的通信设备,获取半双工的传输模式下的第一系统容量值;获取全双工的传输模式下的第二系统容量值,所述第二系统容量值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统容量值中的最大值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第一子集下的系统容量值中的最大值,或者所述第二系统容量值为超过系统容量阈值的系统容量值;根据第一系统容量值与第二系统容量值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统容量值与第二系统容量值中的较大值对应的传输模式;换言之,在多天线系统运行的当前信道条件下,根据系统容量较大化或最大化的准则,选择使得系统容量较大化或最大化的传输模式,从而实现在系统的当前信道条件下,使得系统性能较优或最优;

[0344] 进一步的,本发明实施例中,对于收发通道可以在天线处灵活切换的通信设备,如果采用全双工的传输模式时,获取全双工的传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值,其中所述多种天线收发候选组合为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集,或者为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集的第三子集;从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择最优性能评估值,或者,从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择优于系统性能阈值的性能评估值;确定所述最优性能评估值或目标性能评估值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式;换言之,在多天线系统以全双工的传输模式运行的当前信道条件下,根据性能评估值较优化或最优化的准则,确定全双工模式下的最佳或较佳天线收发组合,从而实现在当前信道条件下,使得系统性能较优或最优。

[0345] 参见图 19,本发明实施例还提供一种无线通信系统,可包括:第三通信设备 1901 和第四通信设备 1902,其中:

[0346] 第三通信设备 1901 用于:当需要与第二通信设备进行数据传输时,获取半双工的传输模式下的第一系统发射功率值;获取全双工的传输模式下的第二系统发射功率值,所述第二系统发射功率值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统发射功率值中的最小值,或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第二子集下的系统发射功率值中的最小值,或者所述第二系统发射功率值为小于系统发射功率阈值的系统发射功率值;根据第一系统发射功率值与第二系统发射功率值的比较结果,选择目标传输模式,其中所述目标传输模式为第一系统发射功率值与第二系统发射功率值中的较小值对应的传输模式;以及,用于基于所述目标传输模式,与第四通信设备进行数据传输;

[0347] 需要说明的是,第三通信设备 1901 具有多个天线。

[0348] 第四通信设备 1902 用于:接收所述第一通信设备基于所述目标传输模式发送过来的数据,和/或,向所述第一通信设备发送数据。

[0349] 需要说明的是,第四通信设备 1902 可以是一个具有多个天线的通信设备,或者多个通信设备的集合,其中,所述多个通信设备的集合中的每个通信设备可以具有多个天线,或者具有单个天线。

[0350] 以及,如果所述目标传输模式为全双工的传输模式,则:

[0351] 第三通信设备 1901 具体用于：基于所述第二系统发射功率值对应的天线收发组合，与所述第四通信设备进行全双工的数据传输，其中，所述第二系统发射功率值对应的天线收发组合表示使用全双工的传输模式进行传输时第三通信设备上的 M 根天线中各个天线的传输模式，及第四通信设备上的 N 根天线中各个天线的传输模式，其中所述天线的传输模式为接收信号或发射信号。

[0352] 其他详细实现细节请参考前述方法和装置实施例，这里不再赘述。

[0353] 由上可见，本发明实施例中，对于收发通道可以在天线处灵活切换的通信设备，获取半双工的传输模式下的第一系统发射功率值；获取全双工的传输模式下的第二系统发射功率值，所述第二系统发射功率值是全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集下的系统发射功率值中的最小值，或者全双工传输模式下的天线收发候选组合的第二子集下的系统发射功率值中的最小值，或者所述第二系统发射功率值为小于系统发射功率阈值的系统发射功率值；根据第一系统发射功率值与第二系统发射功率值的比较结果，选择目标传输模式，其中所述目标传输模式为第一系统发射功率值与第二系统发射功率值中的较小值对应的传输模式；换言之，在多天线系统运行的当前信道条件下，根据系统发射功率较小化或最小化的准则，选择使得系统发射功率较小化或最小化的传输模式，从而实现在系统的当前信道条件下，使得系统性能较优或最优；

[0354] 进一步的，本发明实施例中，对于收发通道可以在天线处灵活切换的通信设备，如果采用全双工的传输模式时，获取全双工的传输模式下的对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值，其中所述多种天线收发候选组合为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集，或者为全双工的传输模式下的天线收发候选组合的全集的第三子集；从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择最优性能评估值，或者，从所述对应于多种天线收发候选组合的系统性能评估值中选择优于系统性能阈值的性能评估值；确定所述最优性能评估值或目标性能评估值对应的天线收发候选组合为被采用的天线收发组合方式；换言之，在多天线系统以全双工的传输模式运行的当前信道条件下，根据性能评估值较优化或最优化的准则，确定全双工模式下的最佳或较佳天线收发组合，从而实现在当前信道条件下，使得系统性能较优或最优。

[0355] 为了进一步的理解本发明实施例，下面以通信设备 A 表示上述系统实施例中的第一通信设备或第三通信设备，和，以通信设备 B 表示上述系统实施例中的第二通信设备或第四通信设备来简介本发明实施例的系统的架构。

[0356] 如图 8 所示，为本发明实施例提供的本端通信设备 A 与对端通信设备 B 之间传输模式的选择的一种系统架构示意图；应当理解的是，通过采用本发明前述实施例介绍的方案，可以确定通信设备 A 与通信设备 B 之间的通信模式是使用全双工的传输模式还是半双工的传输模式；以及，通过采用本发明前述实施例介绍的方案，当采用全双工模式进行传输时，可以确定通信设备 A 和通信设备 B 上的每个天线的传输模式是接收信号还是发射信号。

[0357] 如图 9 所示，本发明实施例一个本端通信设备 A 与多个通信设备 B1、B2...Bn 在重叠的时频资源上进行双向传输的另一种系统架构示意图；其中通信设备 A 具有全双工传输能力，通信设备 B1...Bn 可以是全双工设备也可以半双工设备，需要说明的是，全双工传输能力指通信设备可以进行自干扰删除，同一设备上的天线可以在相同的时频资源上进行发射和接收；半双工传输能力指通信设备不能进行自干扰删除，同一设备上的天线不能在

相同的时频资源上进行发射和接收。以及,应当理解的是,在本实施例中,通信设备 B1...Bn 的集合对应于前述实施例中的第二通信设备或第四通信设备。

[0358] 需要说明的是,全双工传输能力指通信设备可以进行自干扰删除,同一设备上的天线可以在相同的时频资源上进行发射和接收;半双工传输能力指通信设备不能进行自干扰删除,同一设备上的天线不能在相同的时频资源上进行发射和接收。

[0359] 应当理解的是,通过采用本发明前述实施例介绍的方案,可以确定通信设备 A 与由通信设备 B1...Bn 的集合构成的通信设备 B 之间的通信模式是使用全双工的传输模式还是半双工的传输模式;以及,通过采用本发明前述实施例介绍的方案,当采用全双工模式进行传输时,可以确定通信设备 A 和由通信设备 B1...Bn 的集合构成的通信设备 B 上的每个天线的传输模式是接收信号还是发射信号。具体的:

[0360] 1、从可选的通信设备 B1...Bn 的集合中选择一个子集或全集,以构成通信设备 B,其中的通信设备 B 与通信设备 A 进行通信;

[0361] 2、对于通信设备 A 和 B 中的具有全双工传输能力的通信设备,确定所述通信设备上的每根天线作为发射信号还是接收信号;或者对于通信设备 A 和 B 中挑选出来的具有全双工传输能力的通信设备子集,确定所述通信设备子集上的每根天线作为发射信号还是接收信号。其他技术细节参见其他实施例,这里不再赘述。

[0362] 下面进一步介绍本发明实施例的两种应用场景;

[0363] 应用场景一:蜂窝网

[0364] 如图 10 所示,如果本发明实施例应用于蜂窝网,则本发明实施例中的通信设备一或通信设备三或通信设备 A 可以是图 10 中的具有全双工传输能力的多天线基站,例如可以是宏基站,微基站和家庭基站等;本发明实施例中的通信设备二或通信设备四或通信设备 B 可以是图 10 中的终端 3,或者构成通信设备 B 的设备集合可以包括图 10 中的终端 1、终端 2 和终端 3。

[0365] 当具有全双工传输能力的多天线基站与另一个具有全双工传输能力的多天线终端 3 进行通信时,可以根据系统容量和系统发射功率等系统性能优化指标,比较半双工的传输模式和全双工的传输模式下的系统性能评估值,基于比较结果选择系统性能评估值最优或较优的情况对应的传输模式为目标传输模式,并基于目标传输模式进行两者之间的数据传输。对于全双工传输模式,计算全部或者部分天线收发组合对应的系统性能评估值,然后选择最优或者较优的系统性能评估值对应的天线收发组合进行传输。具体在计算系统性能评估值时,对信道矩阵或者变化后的信道矩阵进行划分,把主对角线/副对角线位置上的两个子矩阵作为两个相反传输方向上的信道矩阵来计算对应天线收发组合下的系统性能评估值。

[0366] 具有全双工传输能力的多天线基站还可以同时与多个终端 1、2、3 在相同时频资源上进行上下行传输,在这种应用场景下,不要求每个终端都具有全双工传输能力。如图 10 所示,在相同时频资源上,具有全双工传输能力的多天线基站与终端 1 进行上行传输,与终端 2 进行下行传输,与终端 3 同时进行上下行传输。在上下行终端选择和/或全双工终端的天线收发组合选择时,考虑不同终端组成集合,将它们的天线看作在同一个虚拟设备上,然后根据基站天线与终端 1、2、3 的天线之间的联合信道矩阵,通过不同的矩阵变换和子矩阵划分来计算对应上下行终端选择模式和/或全双工终端天线收发组合模式下的系统性

能评估值。根据最优或者较优评估值对应的上下行终端选择模式和 / 或全双工终端天线收发组合模式来进行数据传输。

[0367] 本发明实施例中的模式选择方法还可以用于蜂窝网中多天线全双工终端与其它全双工终端之间的通信模式选择, 或者, 还可以用于蜂窝网中多天线全双工终端与其它半双工终端之间的通信模式选择, 或者, 还可以用于多天线全双工终端与其它全双工终端和其它半双工终端之间的通信模式选择, 或者, 还可以用于多天线全双工终端同时与基站和其他终端在相同时频资源上的通信。实现方式与前述实施例中的相同, 此处不再赘述。

[0368] 应用场景二: 无线局域网

[0369] 如图 11 所示, 如果本发明实施例应用于无线局域网, 则本发明实施例中的通信设备一或通信设备三或通信设备 A 可以是图 11 中的具有全双工传输能力的多天线接入点 (Access Point, AP), 例如可以是 WLAN AP 或无线路由器等; 本发明实施例中的通信设备二或通信设备四或通信设备 B 可以是具有全双工传输能力的接入设备 3, 或者构成通信设备 B 的设备集合可以是图 11 中的接入设备 1、2、3。

[0370] 当具有全双工传输能力的多天线接入点与另一个具有全双工能力多天线的接入设备 3 进行通信时, 可以根据系统容量和系统发射功率等系统性能优化指标, 比较半双工的传输模式和全双工的传输模式下的系统性能评估值, 基于比较结果选择系统性能评估值最优或较优的情况下对应的传输模式为目标传输模式, 并基于目标传输模式进行两者之间的数据传输。对于全双工传输模式, 计算全部或者部分天线收发组合对应的系统性能评估值, 然后选择最优或者较优的系统性能评估值对应的天线收发组合进行传输。具体在计算系统性能评估值时, 对信道矩阵或者变换后的信道矩阵进行划分, 把主对角线 / 副对角线位置上的两个子矩阵作为两个相反传输方向上的信道矩阵来计算对应天线收发组合下系统性能评估值。

[0371] 具有全双工传输能力的多天线接入点还可以同时与多个接入设备 1、2、3 在相同时频资源上进行上下行传输, 并不要求每个接入设备都具有全双工传输能力。如图 11 所示, 在相同时频资源上, 多天线接入点与接入设备 1 进行上行传输, 与接入设备 2 进行下行传输, 与设备 3 同时进行上下行传输。在上下行接入设备选择和 / 或全双工接入设备的天线收发组合选择时, 考虑不同接入设备组成集合, 将它们的天线看作在同一个虚拟设备上, 然后根据接入点天线与这些接入设备天线之间的联合信道矩阵, 通过不同的矩阵变换和子矩阵划分来计算对应上下行终端选择模式和 / 或全双工终端天线收发组合模式下的系统性能评估值。根据最优或者较优评估值对应的上下行接入设备选择模式和 / 或全双工接入设备天线收发组合模式来进行数据传输。

[0372] 本发明实施例中的模式选择方法还可以用于无线局域网中多天线全双工接入设备与其它全双工接入设备之间的通信模式选择, 还可以用于无线局域网中多天线全双工接入设备与其它半双工接入设备之间的通信模式选择, 还可以用于无线局域网中多天线全双工接入设备与其它全双工接入设备和其它半双工接入设备之间的通信模式选择, 或者, 还可以用于多天线全双工接入设备同时与接入点和其他接入设备在相同时频资源上的通信。基本方法与实施例中的相同, 此处不再赘述。

[0373] 需要说明的是, 前述实施例描述中所采用的第一、第二、第三、第四的说法, 没有限定顺序的意思, 仅为方便区分而已。

[0374] 前述实施例所采用的各种阈值可以是基于经验值或应用场景来灵活设置的,本发明实施例对此不做限定。

[0375] 需要说明的是,对于前述的各方法实施例,为了简单描述,故将其都表述为一系列的动作组合,但是本领域技术人员应该知悉,本发明并不受所描述的动作顺序的限制,因为依据本发明,某些步骤可以采用其他顺序或者同时进行。其次,本领域技术人员也应该知悉,说明书中所描述的实施例均属于优选实施例,所涉及的动作和模块并不一定是本发明所必须的。

[0376] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中沒有详述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0377] 本领域普通技术人员可以理解上述实施例的各种方法中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成,该程序可以存储于一计算机可读存储介质中,存储介质可以包括:只读存储器、随机存储器、磁盘或光盘等。

[0378] 以上对本发明实施例所提供的虚拟化处理方法及相关装置和计算机系统进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

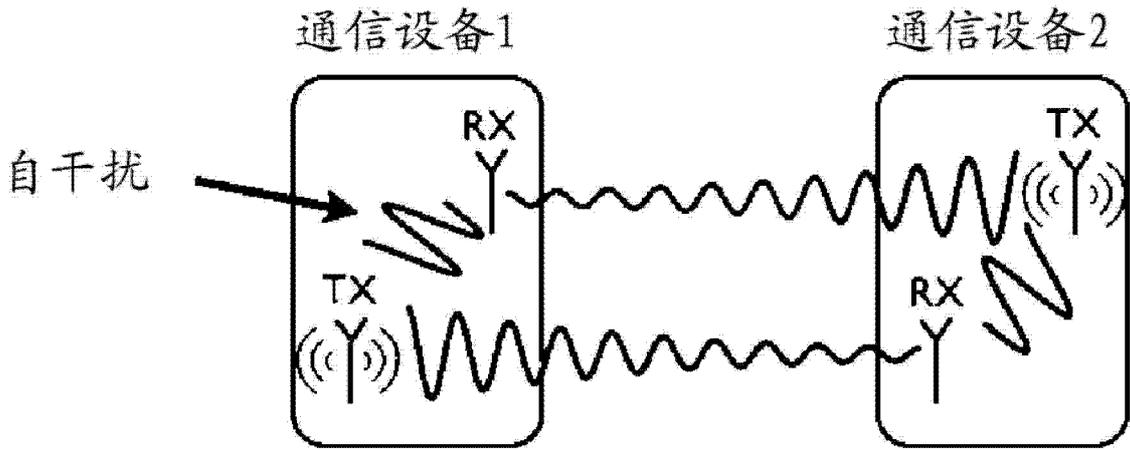


图 1A

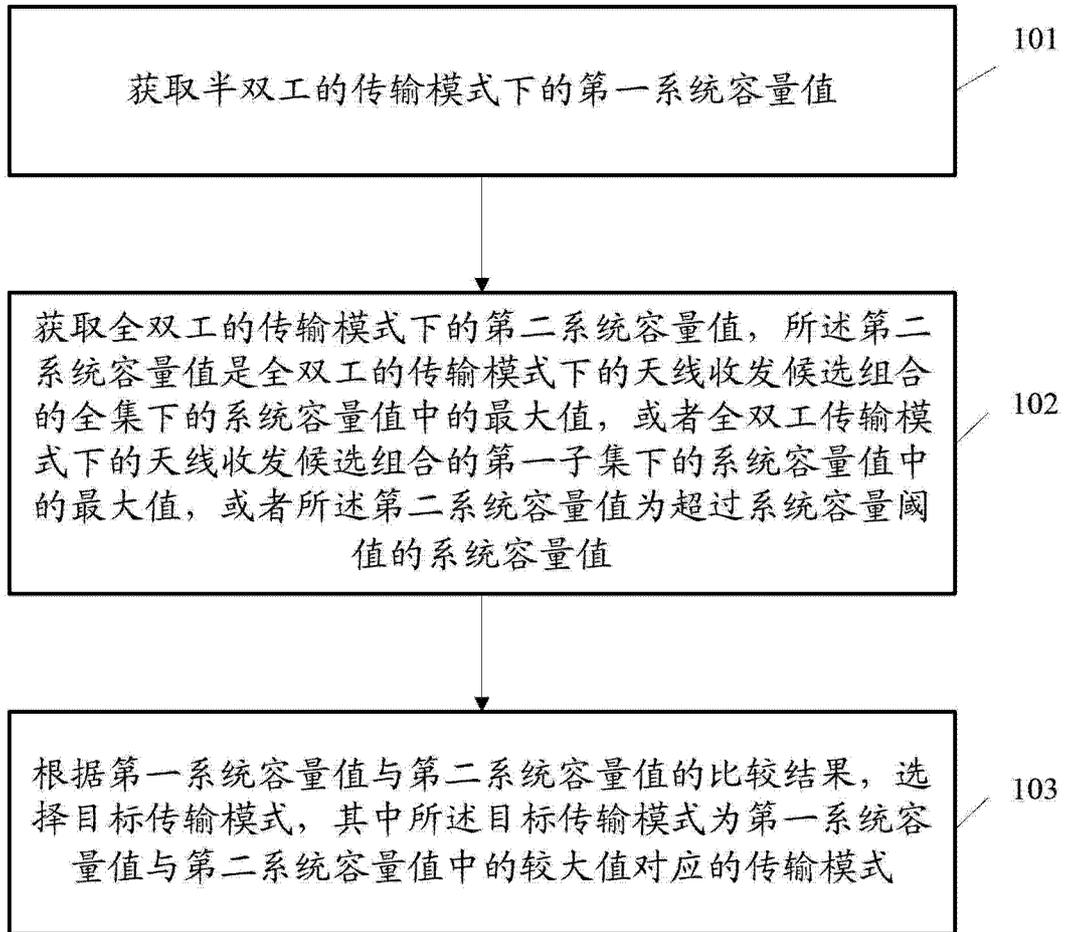


图 1B

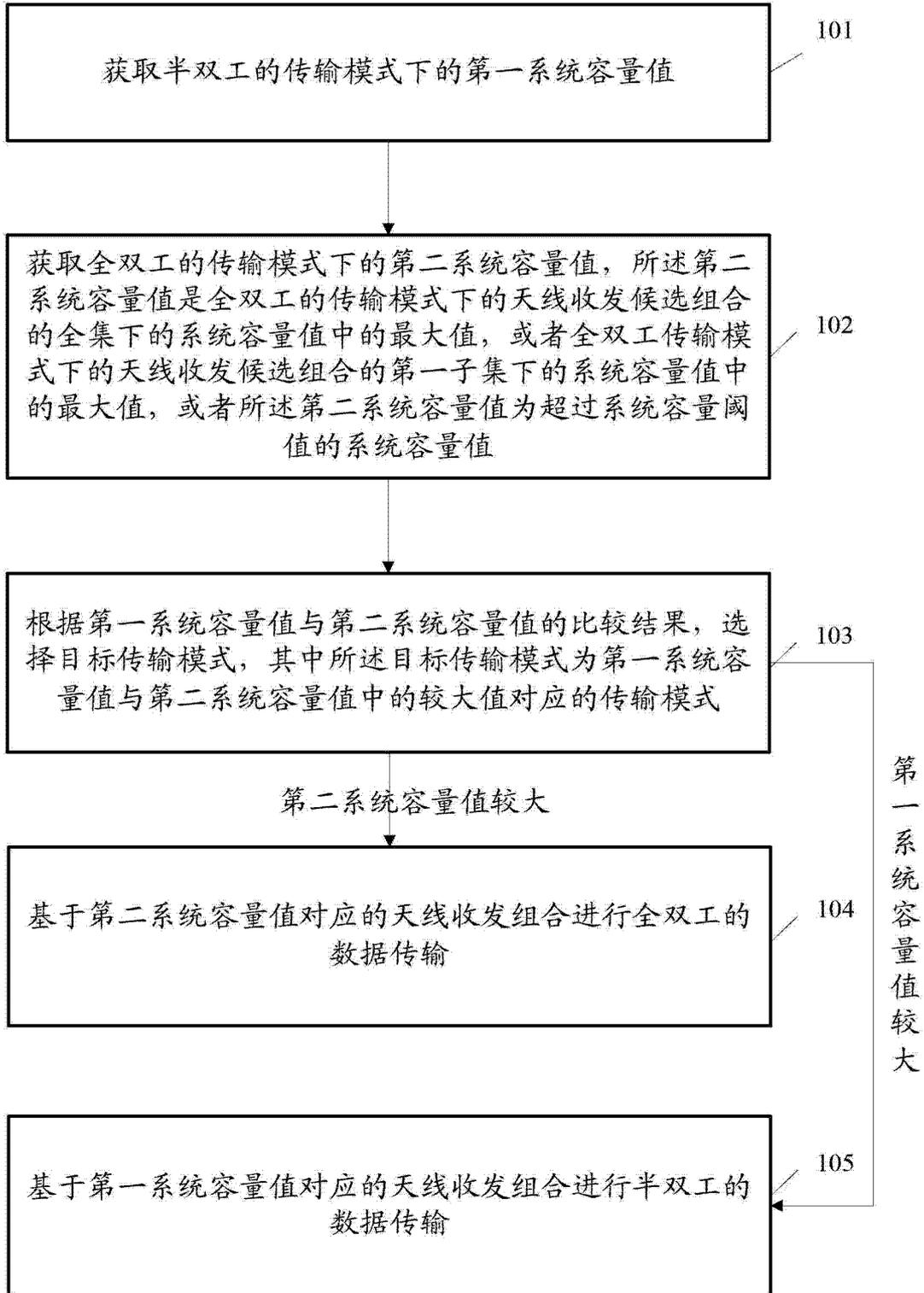


图 1C

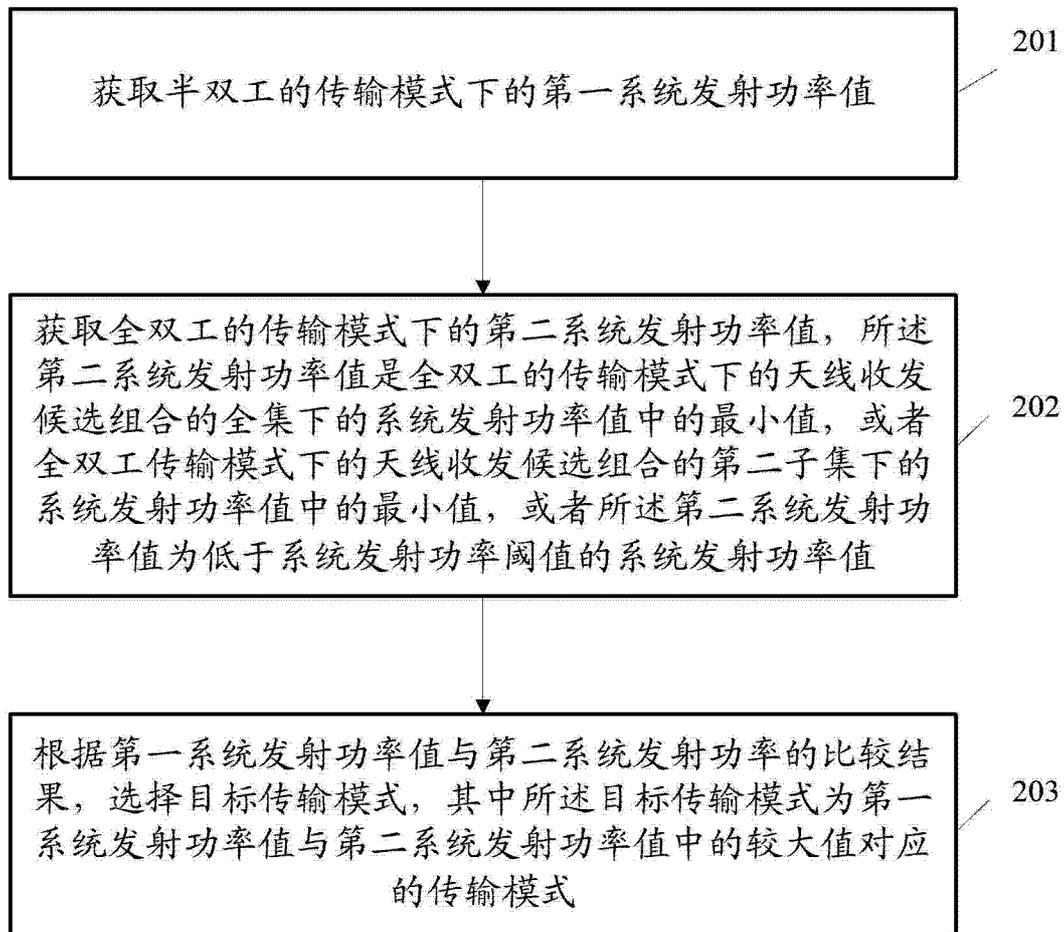


图 2A

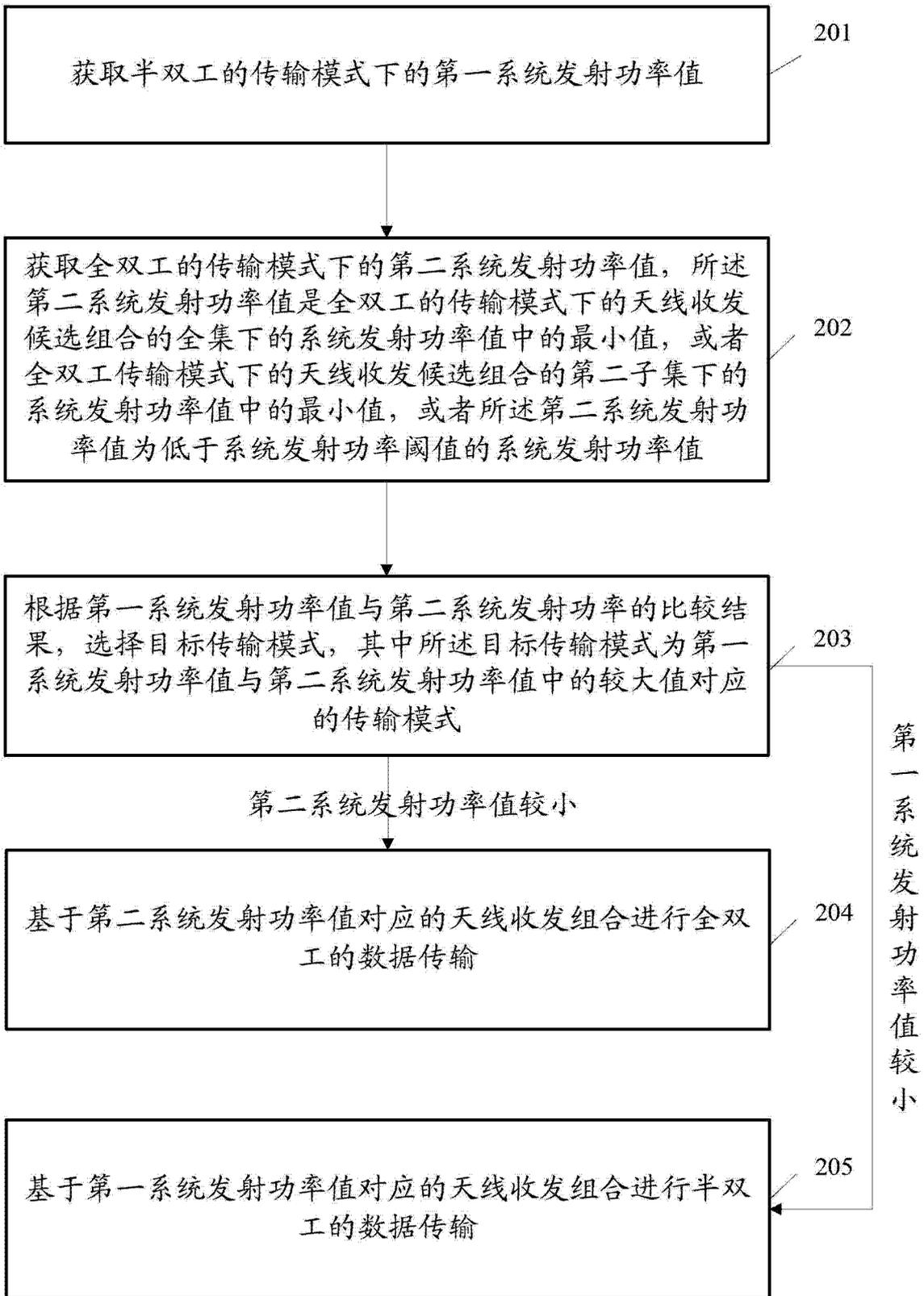


图 2B

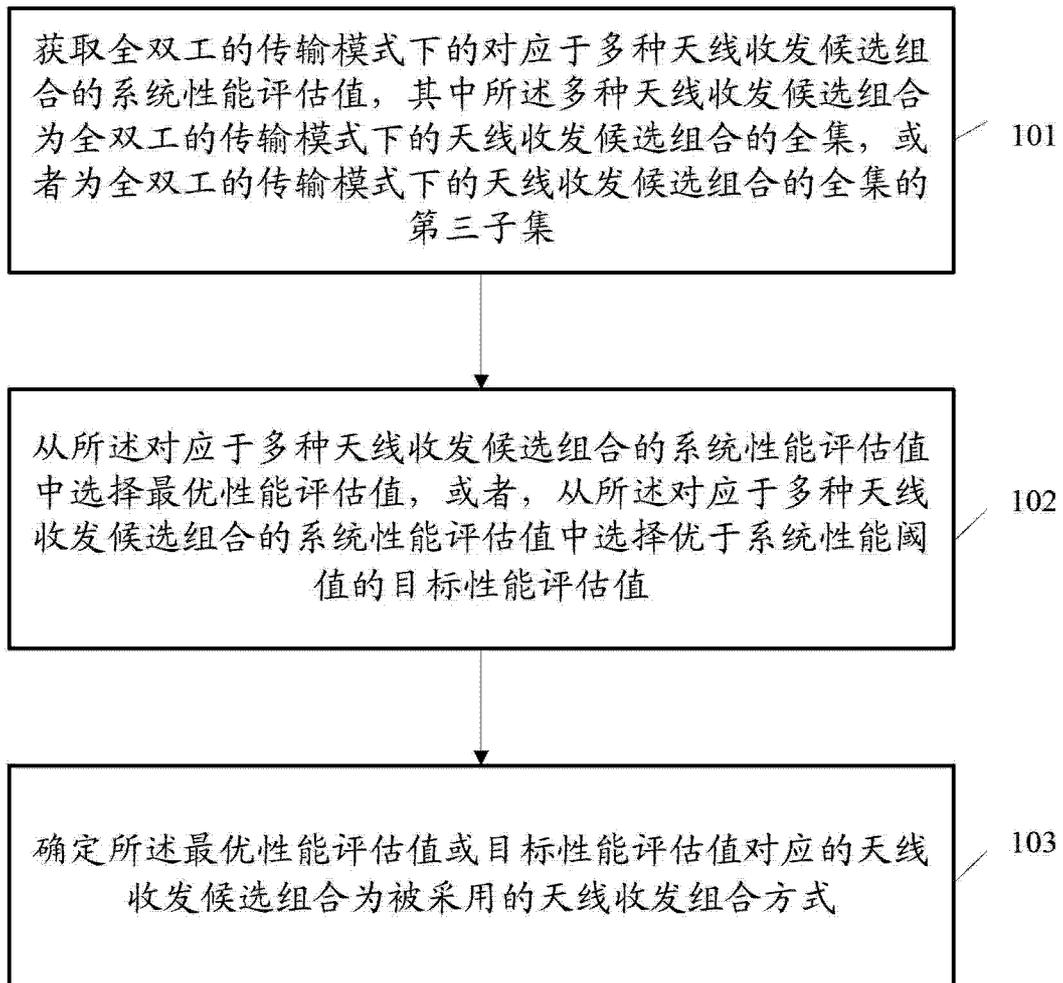


图 3

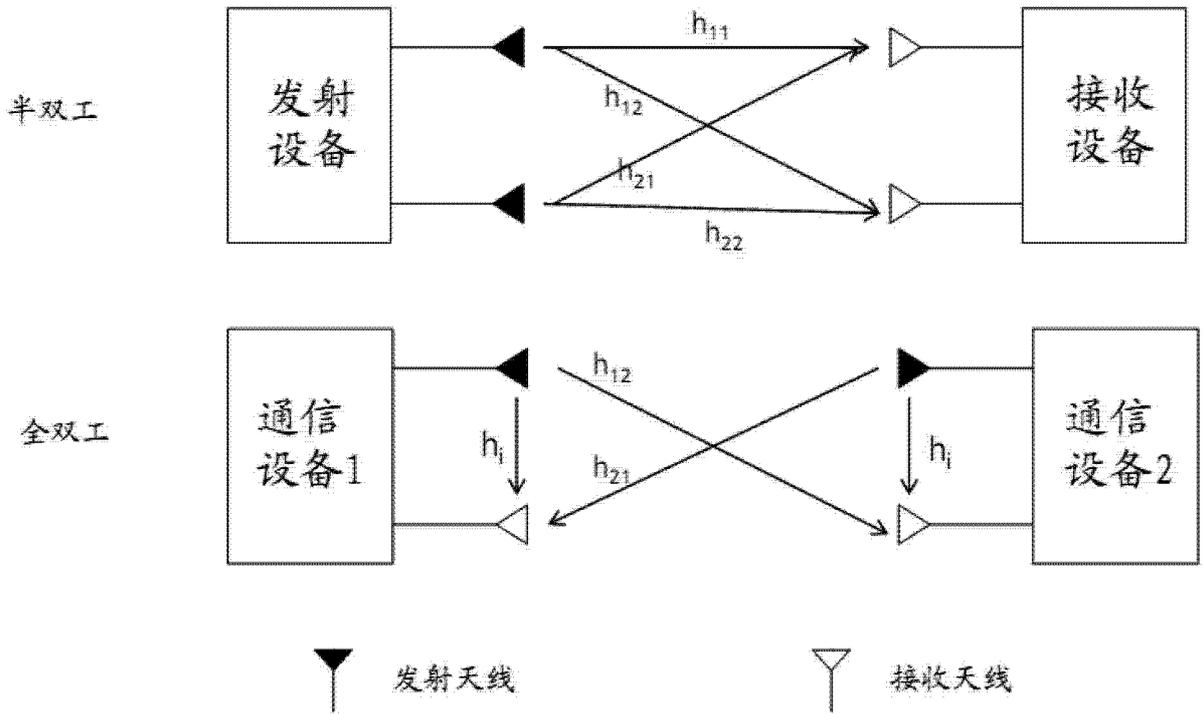


图 4

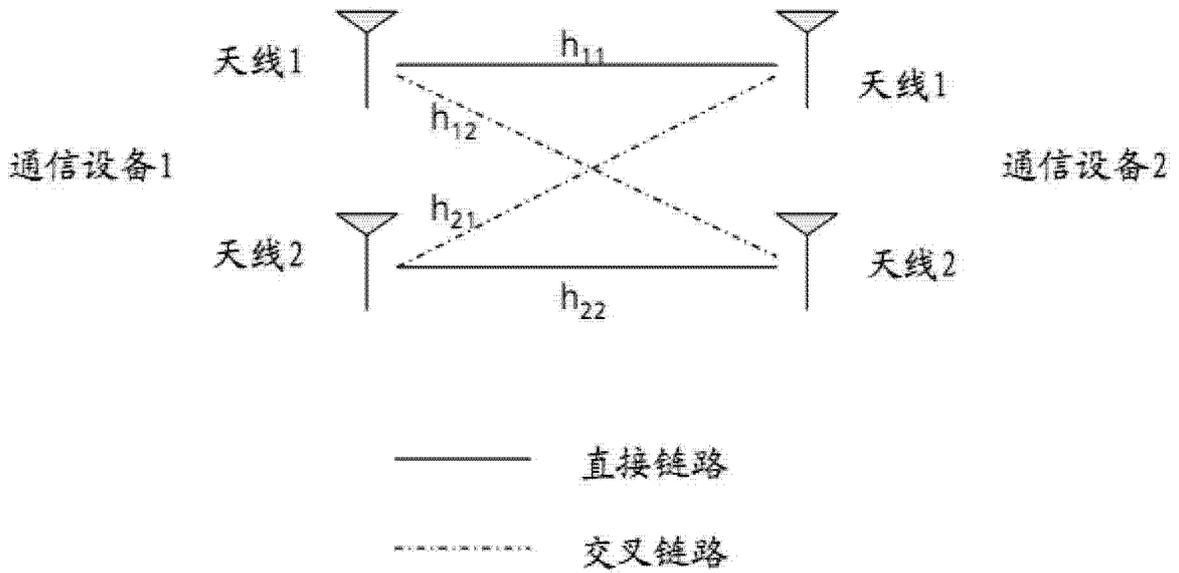
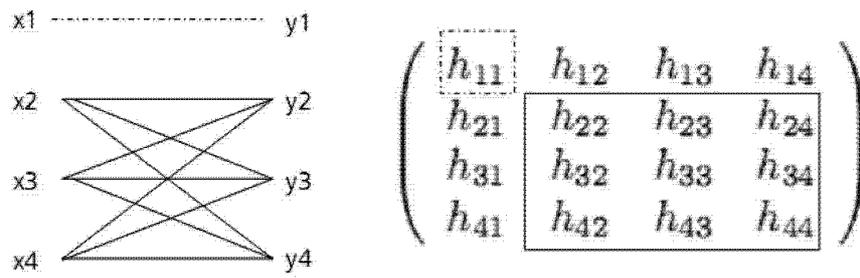
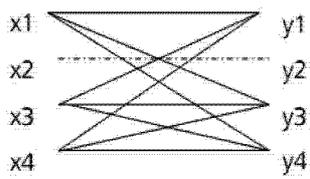


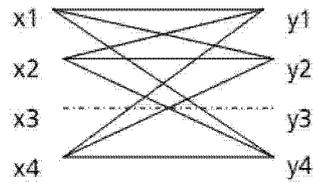
图 5



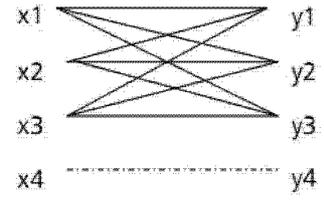
FD 1-3



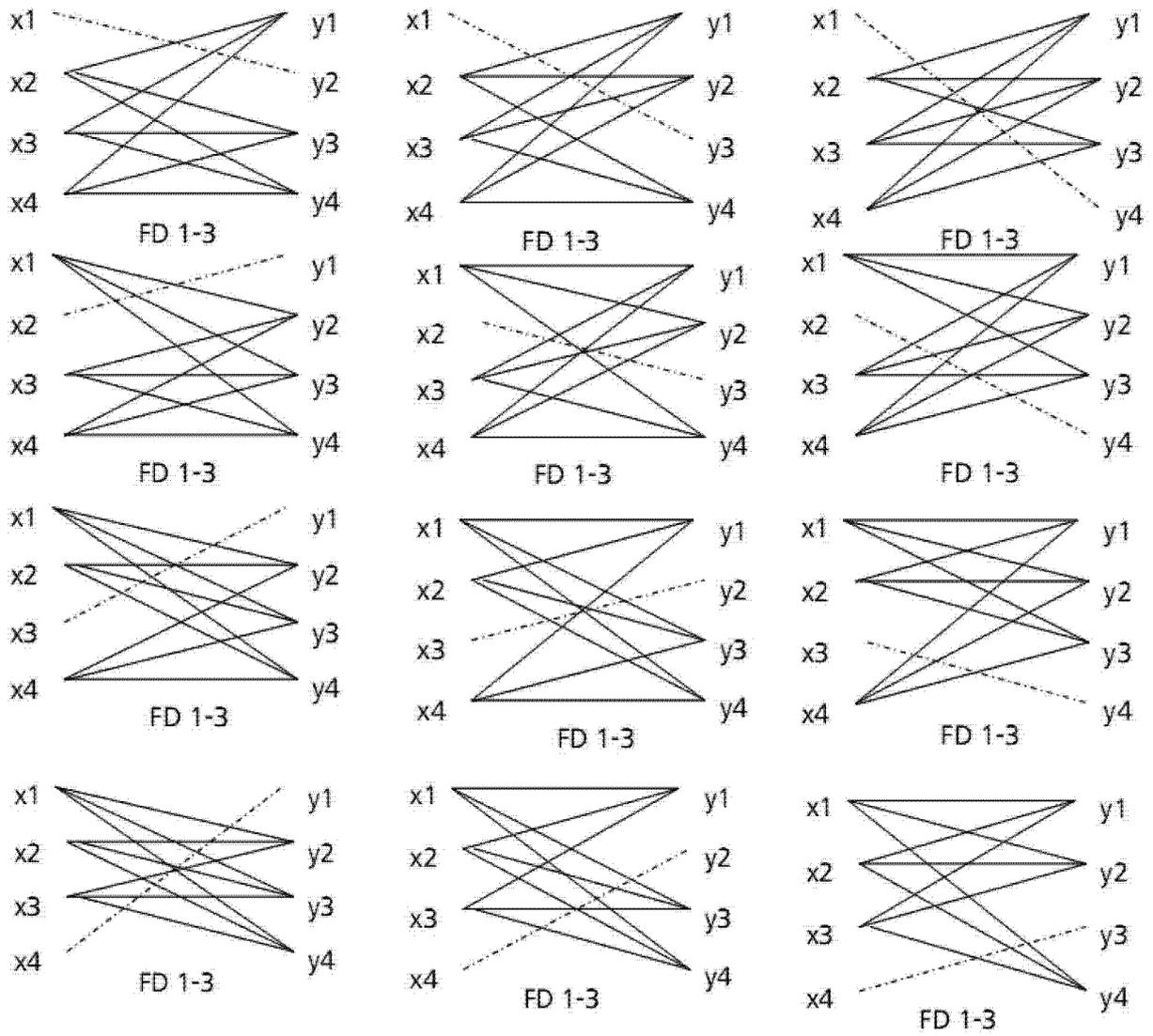
FD 1-3



FD 1-3



FD 1-3



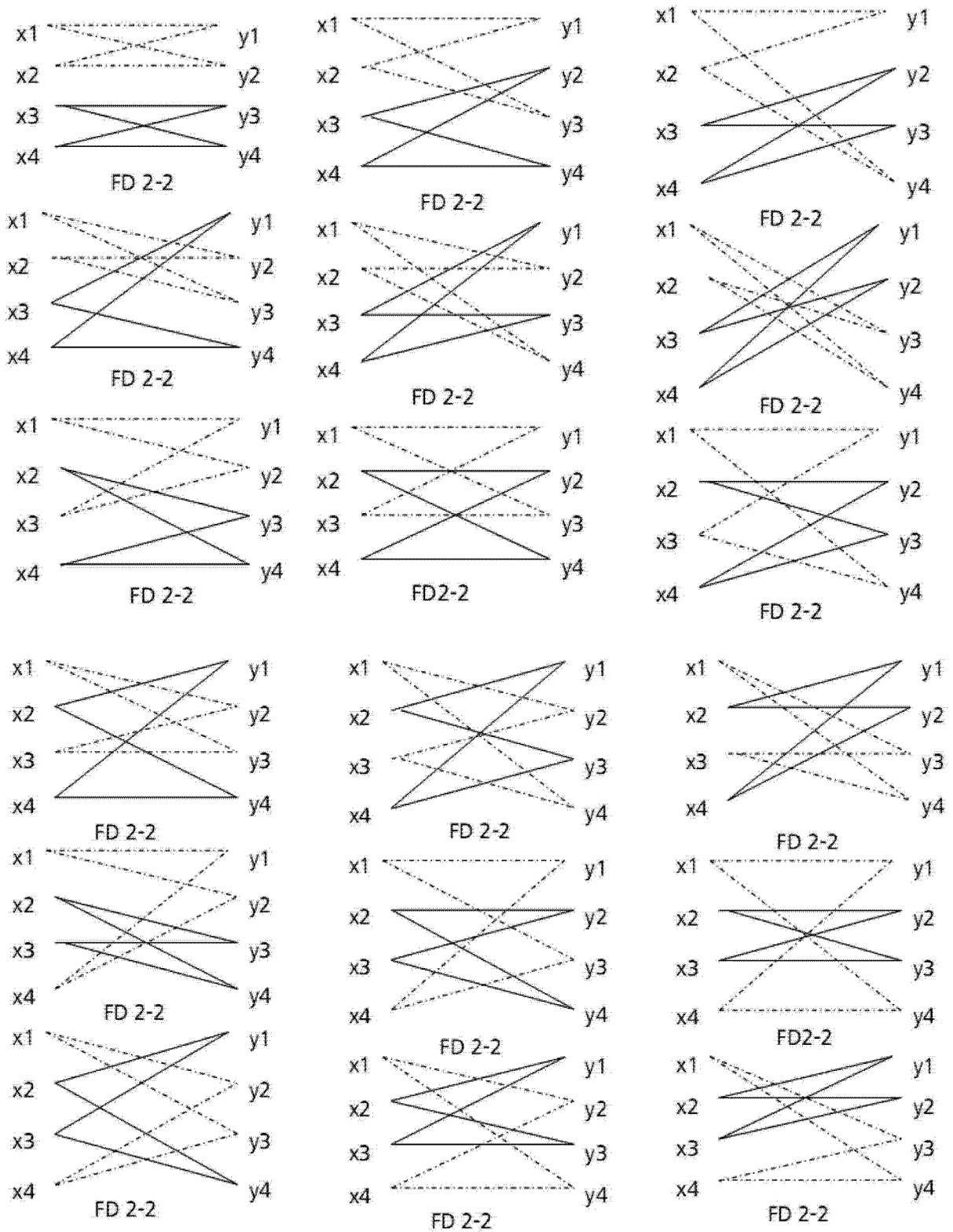


图 6

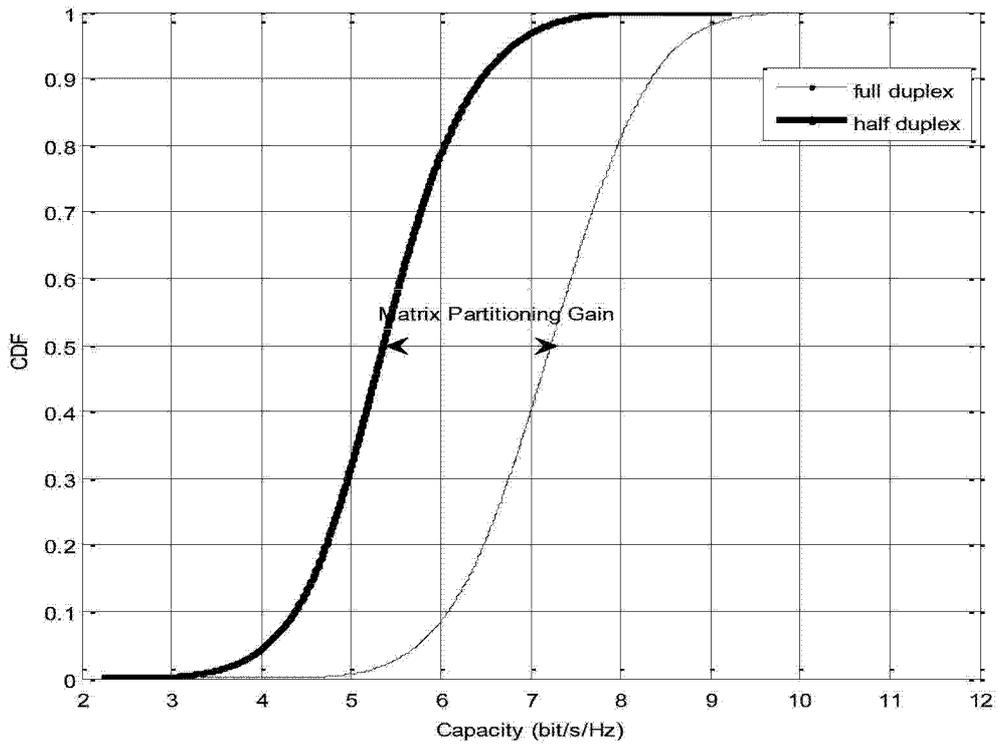


图 7

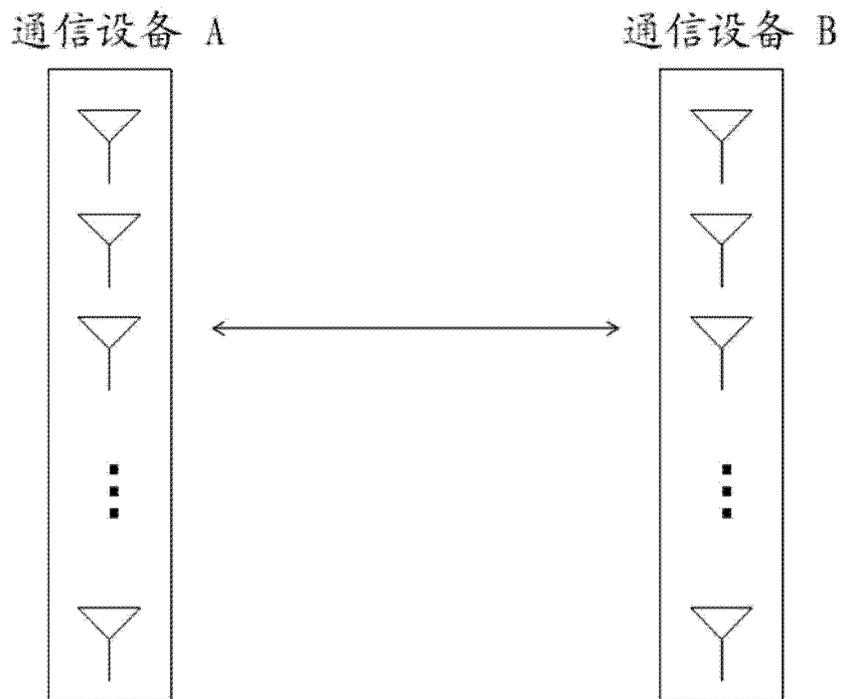


图 8

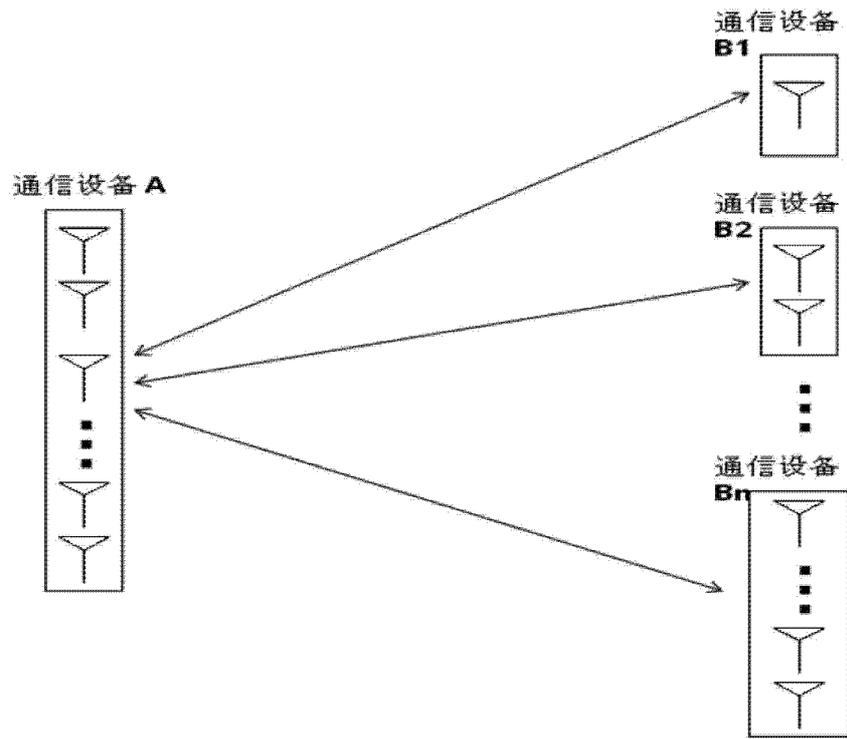


图 9

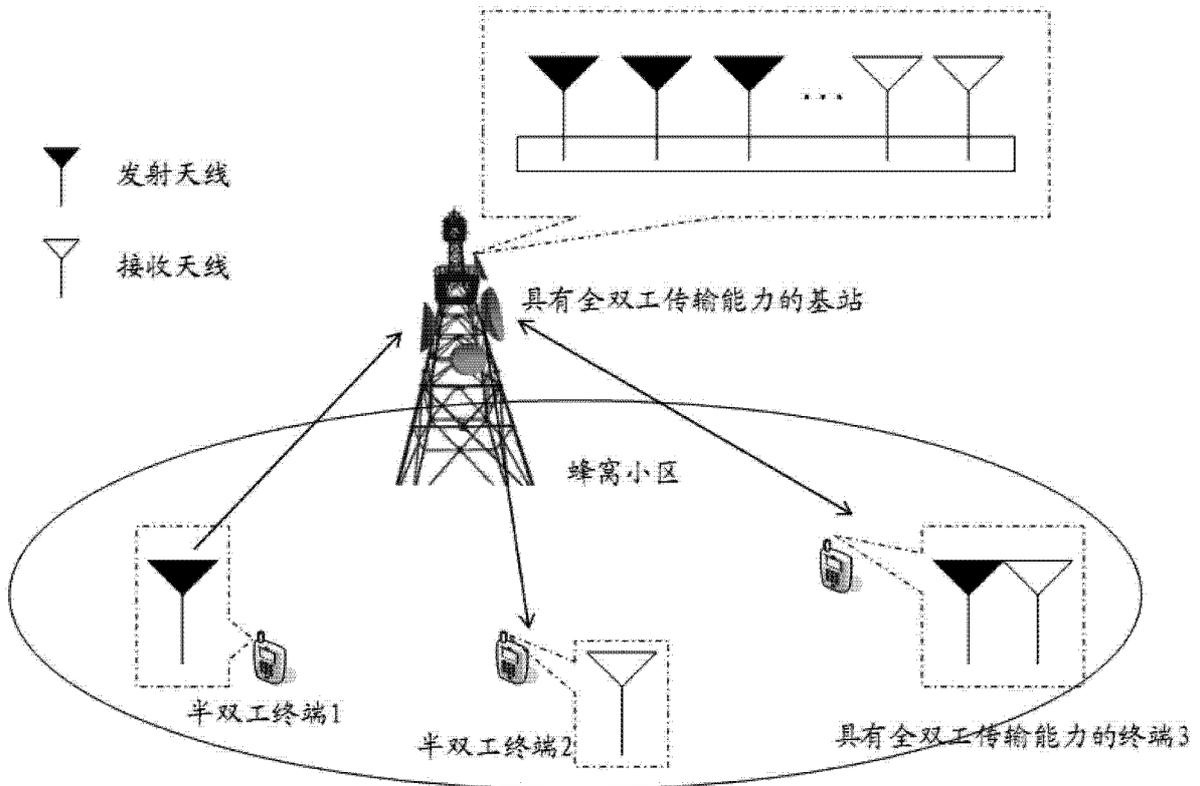


图 10

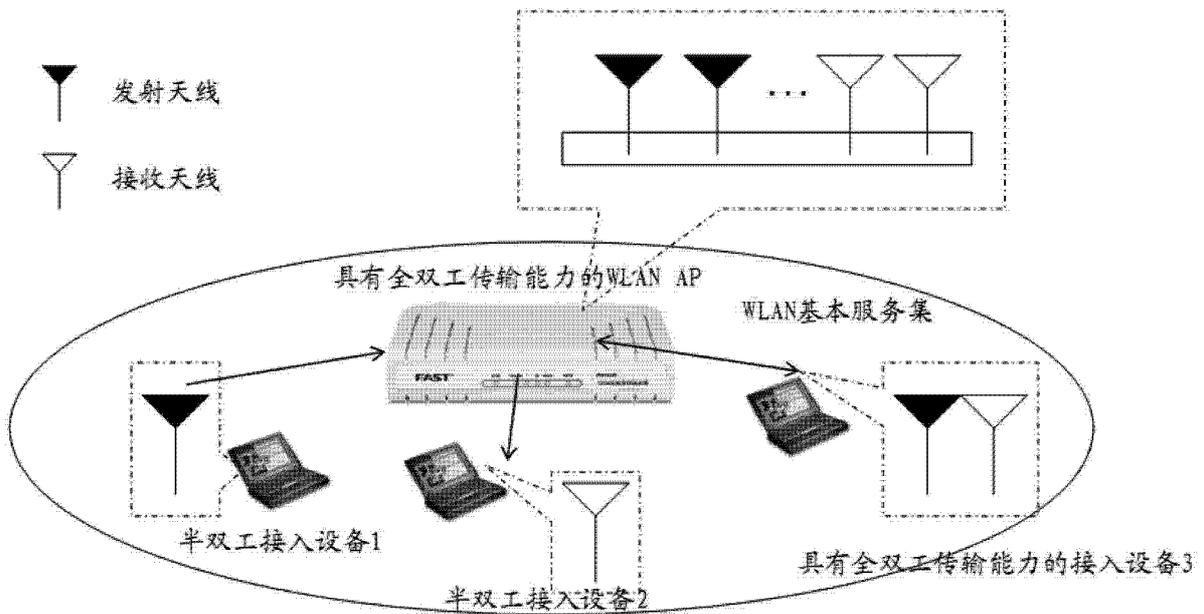


图 11

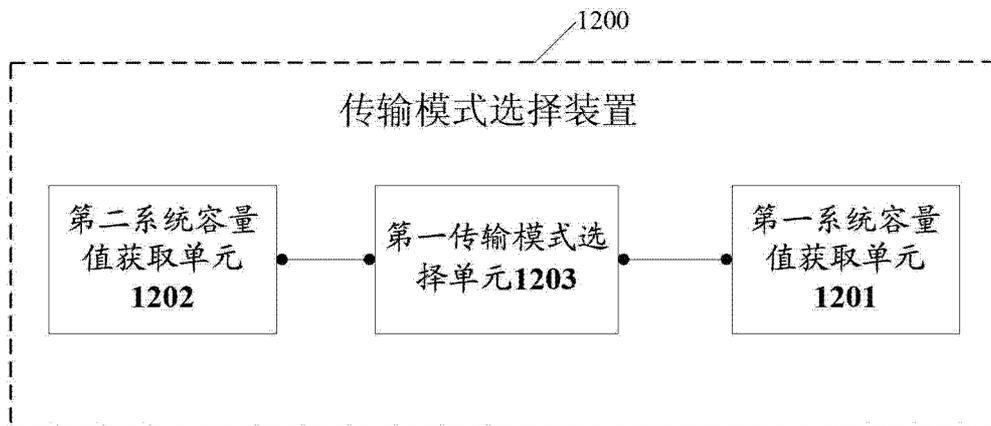


图 12A

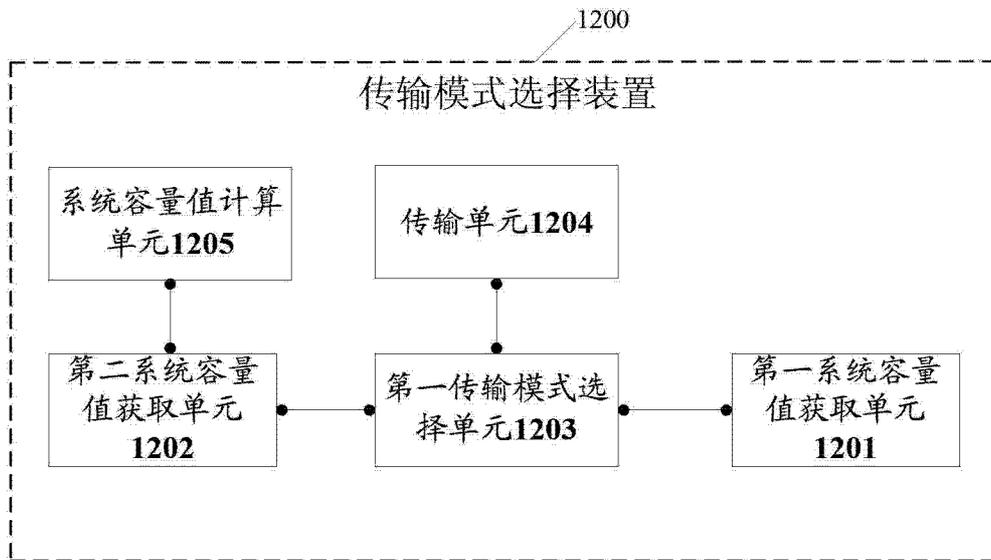


图 12B

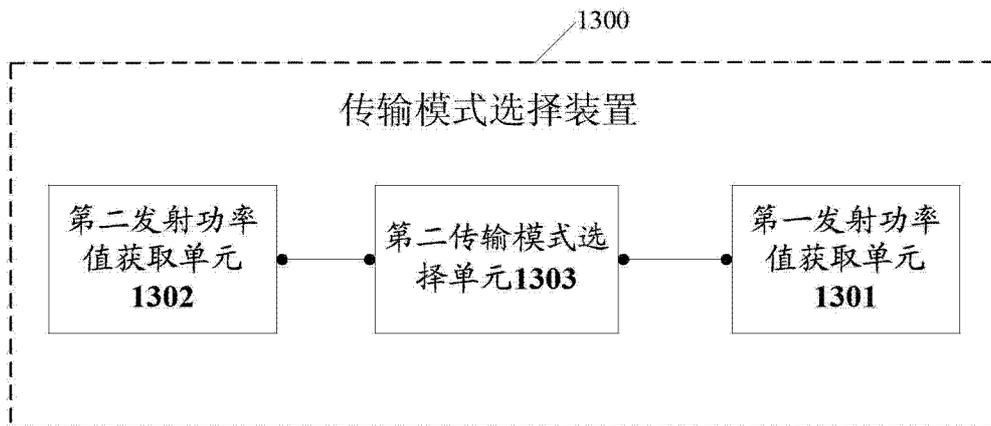


图 13A

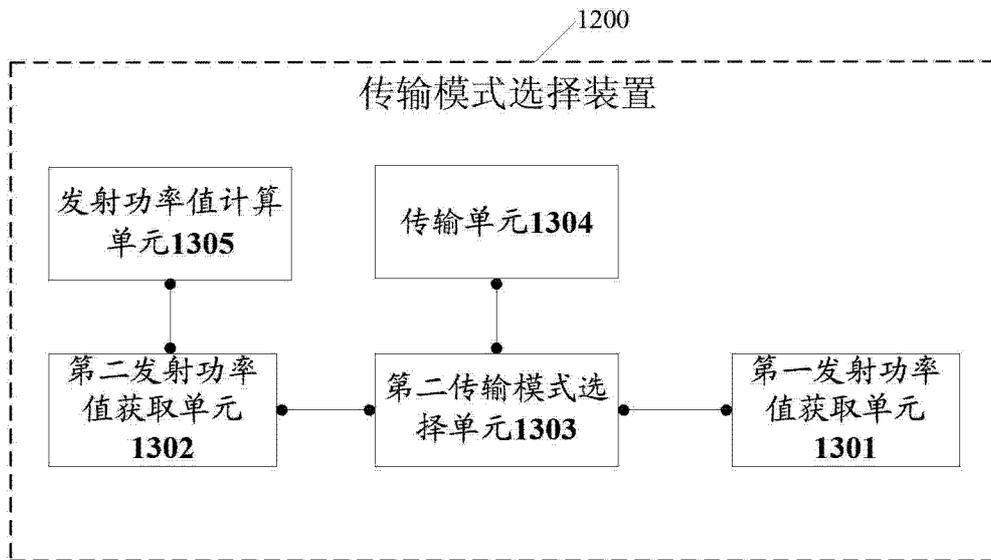


图 13B

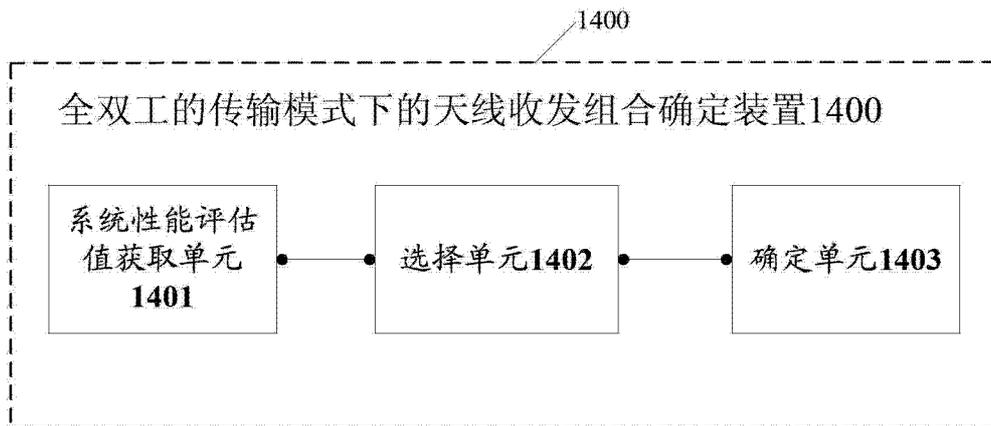


图 14

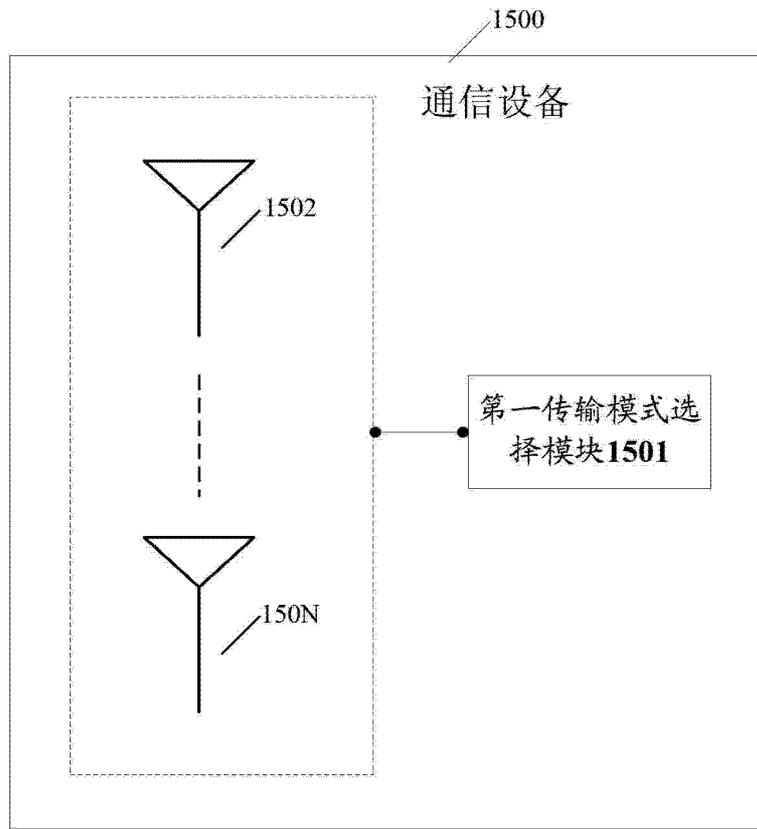


图 15

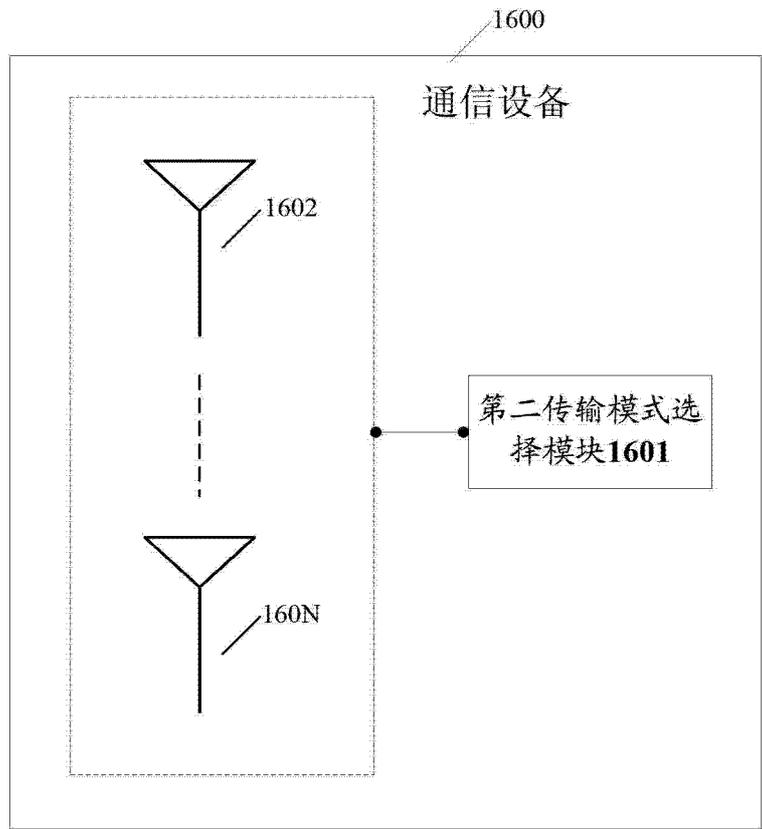


图 16

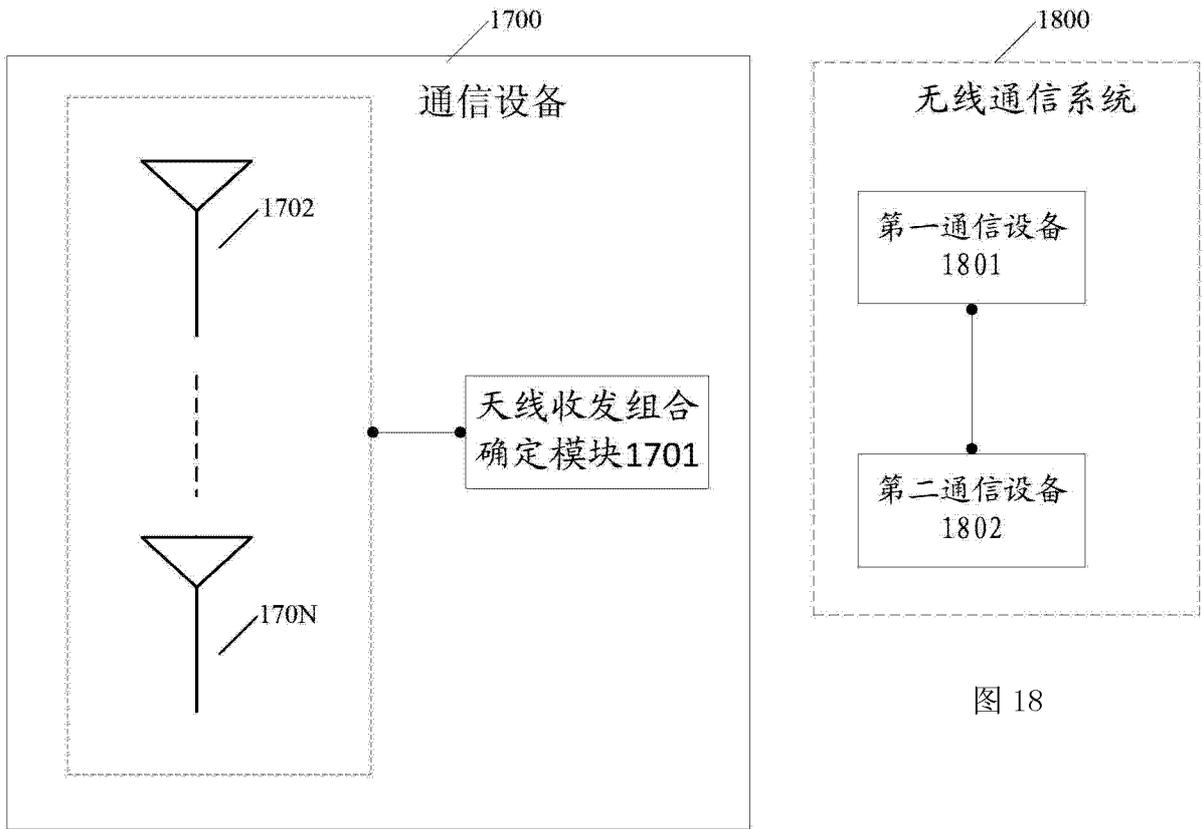


图 17

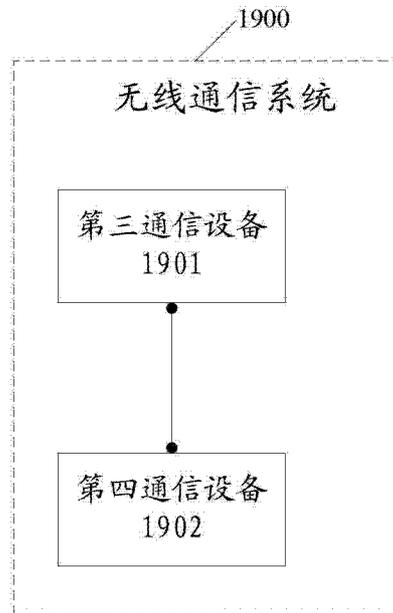


图 19