



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101854712 A

(43) 申请公布日 2010. 10. 06

(21) 申请号 201010207844. 5

(22) 申请日 2010. 06. 18

(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 王成毅 张劲林 肖暄 吕芳芳  
尹霆

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理  
有限公司 11205

代理人 刘芳

(51) Int. Cl.

H04W 52/42 (2009. 01)

H04B 7/04 (2006. 01)

H04L 1/00 (2006. 01)

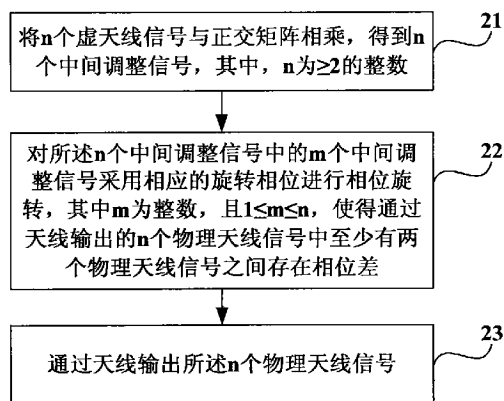
权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图 4 页

## (54) 发明名称

天线间功率平衡方法及装置、基站

## (57) 摘要

本发明涉及一种天线间功率平衡方法及装置、基站,方法包括:将  $n$  个虚天线信号与正交矩阵相乘,得到  $n$  个中间调整信号,其中, $n$  为  $\geq 2$  的整数;对所述  $n$  个中间调整信号中的  $m$  个中间调整信号采用相应的旋转相位进行相位旋转,其中  $m$  为整数,且  $1 \leq m \leq n$ ,使得通过天线输出的  $n$  个物理天线信号中至少有两个物理天线信号之间存在相位差。通过对虚天线信号与 VAM 矩阵相乘后的信号进行相位旋转,使得天线输出的信号产生不同的相位,对于极化天线,输出信号的不同相位使得 HSDPA 性能能够产生波动,从而可以在保持天线间功率平衡的同时提高 HSDPA 性能。



1. 一种天线间功率平衡方法,其特征在于,包括:

将  $n$  个虚天线信号与正交矩阵相乘,得到  $n$  个中间调整信号,其中,  $n$  为  $\geq 2$  的整数;

对所述  $n$  个中间调整信号中的  $m$  个中间调整信号采用相应的旋转相位进行相位旋转,其中  $m$  为整数,且  $1 \leq m \leq n$ ,使得通过天线输出的  $n$  个物理天线信号中至少有两个物理天线信号之间存在相位差。

2. 根据权利要求 1 所述的天线间功率平衡方法,其特征在于,所述对所述  $n$  个中间调整信号中的  $m$  个中间调整信号采用相应的旋转相位进行相位旋转包括:将所述  $m$  个中间调整信号与  $e^{j\theta_p}$  相乘,其中,  $\theta_p$  为与所述  $m$  个中间调整信号相应的旋转相位,  $p$  为中间调整信号的序号,  $p \in [1, m]$ 。

3. 根据权利要求 2 所述的天线间功率平衡方法,其特征在于,所述方法还包括:

当设定周期到达时或者满足预设条件时,在一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值,后续采用更新后的  $\theta_p$  对  $m$  个中间调整信号进行相位旋转;

其中,所述更新  $\theta_p$  的取值包括:

$\theta_p =$  上一次相位旋转的相位  $+2\pi / \text{PhaseNum}$ ,  $\text{PhaseNum}$  表示预设的一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数。

4. 根据权利要求 3 所述的天线间功率平衡方法,其特征在于,所述方法还包括:

如果一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数未达到  $\text{PhaseNum}$ ,继续更新  $\theta_p$  的取值。

5. 根据权利要求 1-4 任一项所述的天线间功率平衡方法,其特征在于,还包括:通过天线输出所述  $n$  个物理天线信号。

6. 根据权利要求 5 所述的天线间功率平衡方法,其特征在于,所述通过天线输出所述  $n$  个物理天线信号之后还包括:

获取各个旋转相位下的用户设备对应上报的用于锁定判决的 CQI 统计值;

从获取的用于锁定判决的 CQI 统计值中找到最大的 CQI 统计值;

利用所述用于锁定判决的 CQI 统计值判定是否锁定与所述最大的 CQI 统计值对应的相位。

7. 根据权利要求 6 所述的天线间功率平衡方法,其特征在于,所述获取各个旋转相位下的用户设备对应上报的用于锁定判决的 CQI 统计值,包括:

对至少一个  $2\pi$  周期中的相同旋转相位下上报的 CQI 进行平均,得到相同旋转相位下的 CQI 平均值;

对所述相同旋转相位下的 CQI 平均值进行滤波,从而得到所述各个旋转相位下用于锁定判决的 CQI 统计值。

8. 根据权利要求 7 所述的天线间功率平衡方法,其特征在于,所述利用所述用于锁定判决的 CQI 统计值判定是否锁定与所述最大的 CQI 统计值对应的相位包括:

根据所述最大的 CQI 统计值找到最优相位,所述最优相位为与所述最大的 CQI 统计值对应的相位;

将通过当前  $2\pi$  周期各个旋转相位下的用于锁定判决的 CQI 统计值进行平均,得到第一平均值;

将索引值为 [所述最优相位的索引减去一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数 /4,所述最优相位的索引加上一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数 /4] 内的相位下的用于锁定

判决的 CQI 统计值,进行平均,得到第二平均值;

将通过所述所有的用来进行相位旋转的相位得到的用于非锁定判决的 CQI 统计值进行平均,得到第三平均值;

将索引值为 [ 所述最优相位的索引减去一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数 /4, 所述最优相位的索引加上一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数 /4 ] 内的相位下的用于非锁定判决的 CQI 统计值,进行平均,得到第四平均值;

根据所述第一平均值、第二平均值、第三平均值、第四平均值判定是否锁定所述最优相位。

9. 根据权利要求 8 所述的天线间功率平衡方法,其特征在于,根据所述第一平均值、第二平均值、第三平均值、第四平均值判定是否锁定所述最优相位包括:

如果所述第四平均值与所述第三平均值的差大于非锁定状态判决门限值、第二平均值与第一平均值的差大于锁定状态判决门限值,且第四平均值与第三平均值的差大于锁定状态判决门限值,锁定所述最优相位。

10. 根据权利要求 8 或 9 所述的天线间功率平衡方法,其特征在于,当锁定最优相位时,后续利用锁定的最优相位对所述  $m$  个中间调整信号进行相位旋转。

11. 根据权利要求 10 所述的天线间功率平衡方法,其特征在于,还包括:

根据锁定所述最优相位的情况,设定工作状态锁定标志的值。

12. 根据权利要求 10 所述的天线间功率平衡方法,其特征在于,所述利用锁定的最优相位对所述  $m$  个中间调整信号进行相位旋转之后还包括:

根据设定的工作周期判断是否继续以所述最优相位对所述  $m$  个中间调整信号进行相位旋转。

13. 根据权利要求 5 所述的天线间功率平衡方法,其特征在于,通过天线输出所述  $n$  个物理天线信号之后还包括:

采用比例公平调度算法对用户进行调度。

14. 一种天线间功率平衡装置,其特征在于,包括:

矩阵处理模块,用于将  $n$  个虚天线信号与正交矩阵相乘,得到  $n$  个中间调整信号,其中,  $n$  为  $\geq 2$  的整数;

相位旋转模块,用于对所述  $n$  个中间调整信号中的  $m$  个中间调整信号采用相应的旋转相位进行相位旋转,其中  $m$  为整数,且  $1 \leq m \leq n$ ,使得通过天线输出的  $n$  个物理天线信号中至少有两个物理天线信号之间存在相位差。

15. 根据权利要求 14 所述的天线间功率平衡装置,其特征在于,所述相位旋转模块对所述  $n$  个中间调整信号中的  $m$  个中间调整信号采用相应的旋转相位进行相位旋转包括:将所述  $m$  个中间调整信号与  $e^{j\theta_p}$  相乘,其中,  $\theta_p$  为所述  $m$  个中间调整信号相应的旋转相位,  $p$  为中间调整信号的序号,  $p \in [1, m]$ 。

16. 根据权利要求 15 所述的天线间功率平衡装置,其特征在于,所述天线间功率平衡装置还包括:

相位更新模块,用于当设定周期到达时或者满足预设条件时,在一个  $2\pi$  周期内更新所述  $\theta_p$  的取值,其中,所述更新  $\theta_p$  的取值包括:

$\theta_p =$  上一次相位旋转的相位  $+2\pi / \text{PhaseNum}$ ,  $\text{PhaseNum}$  表示预设的一个  $2\pi$  周期内更

新  $\theta_p$  的取值的次数；

所述相位旋转模块后续采用更新后的  $\theta_p$  对  $m$  个中间调整信号进行相位旋转。

17. 根据权利要求 16 所述的天线间功率平衡装置,其特征在于,所述相位更新模块还用于在一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数未达到 PhaseNum 的情况下,继续更新  $\theta_p$  的取值。

18. 根据权利要求 14-17 任一项所述的天线间功率平衡装置,其特征在于,所述天线间功率平衡装置还包括:

天线,用于输出所述  $n$  个物理天线信号。

19. 根据权利要求 14-17 任一项所述的天线间功率平衡装置,其特征在于,所述天线间功率平衡装置还包括:

CQI 统计值获取模块,用于获取各个旋转相位下的用户设备对应上报的用于锁定判决的 CQI 统计值;

最大 CQI 统计值获取模块,用于从获取的用于锁定判决的 CQI 统计值中找到最大的 CQI 统计值;

最优相位判定模块,用于利用所述用于锁定判决的 CQI 统计值判定是否锁定与所述最大的 CQI 统计值对应的相位。

20. 根据权利要求 19 所述的天线间功率平衡装置,其特征在于,所述 CQI 统计值获取模块包括:

CQI 平均子模块,用于对至少一个  $2\pi$  周期中的相同旋转相位下上报的 CQI 进行平均,得到相同旋转相位下的 CQI 平均值;

滤波子模块,用于对所述相同旋转相位下的 CQI 平均值进行滤波,从而得到所述各个旋转相位下用于锁定判决的 CQI 统计值。

21. 根据权利要求 19 所述的天线间功率平衡装置,其特征在于,所述最优相位判定模块包括:

最优相位获取子模块,用于根据所述最大的 CQI 统计值找到最优相位,所述最优相位为与所述最大的 CQI 统计值对应的相位;

第一平均值获取子模块,用于将通过当前  $2\pi$  周期各个旋转相位下的用于锁定判决的 CQI 统计值进行平均,得到第一平均值;

第二平均值获取子模块,用于将索引值为 [ 所述最优相位的索引减去一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数 /4, 所述最优相位的索引加上一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数 /4 ] 内的相位下的用于锁定判决的 CQI 统计值,进行平均,得到第二平均值;

第三平均值获取子模块,用于将通过所述所有的用来进行相位旋转的相位得到的用于非锁定判决的 CQI 统计值进行平均,得到第三平均值;

第四平均值获取子模块,用于将索引值为 [ 所述最优相位的索引减去一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数 /4, 所述最优相位的索引加上一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数 /4 ] 内的相位下的用于非锁定判决的 CQI 统计值,进行平均,得到第四平均值;

相位锁定判定子模块,用于根据所述第一平均值、第二平均值、第三平均值、第四平均值判定是否锁定所述最优相位。

22. 根据权利要求 21 所述的天线间功率平衡装置,其特征在于,所述相位锁定判定子

模块具体用于在所述第四平均值与所述第三平均值的差大于非锁定状态判决门限值、第二平均值与第一平均值的差大于锁定状态判决门限值,且第四平均值与第三平均值的差大于锁定状态判决门限值的情况下,锁定所述最优相位。

23. 根据权利要求 21 或 22 所述的天线间功率平衡装置,其特征在于,所述相位旋转模块具体用于当锁定最优相位时,利用锁定的最优相位对所述  $m$  个中间调整信号进行相位旋转。

24. 根据权利要求 23 所述的天线间功率平衡装置,其特征在于,还包括:

工作状态设定模块,用于根据锁定所述最优相位的情况,设定工作状态锁定标志的值。

25. 根据权利要求 23 所述的天线间功率平衡装置,其特征在于,还包括:

锁定继续判断模块,用于根据设定的工作周期判断是否继续以所述最优相位对所述  $m$  个中间调整信号进行相位旋转。

26. 根据权利要求 18 所述的天线间功率平衡装置,其特征在于,还包括:

调度模块,用于采用比例公平调度算法对用户进行调度。

27. 一种基站,其特征在于,包括上述权利要求 14-26 任一项所述的天线间功率平衡装置。

## 天线间功率平衡方法及装置、基站

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无线通信技术领域,尤其涉及一种天线间功率平衡方法及装置、基站。

### 背景技术

[0002] 宽带码分多址 (Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA) 开放网络接口 R7 协议引入多进多出 (Multiple Input Multiple Output, MIMO) 技术, MIMO 技术是高速下行分组接入 (High Speed Downlink Packet Access, HSDPA) 的增强技术,用于成倍地提高峰值吞吐率。在 HSDPA 向 MIMO 技术过渡期间,往往出现同一载频共用 MIMO 与 HSDPA 的现象。

[0003] 当出现 MIMO 与 HSDPA 共载频时,为了避免发分集模式下 HSDPA 的性能下降,可以选用主辅导频模式,如图 1 所示。图 1 为 MIMO 和 HSDPA 在主辅导频模式下的组网示意图,其中, MIMO、主公共导频信道 (Primary Common Pilot Channel, P-CPICH)、HSDPA 和 R99 都采用单发,两个 PA 上的 MIMO 和 P-CPICH, S-CPICH, HSDPA 等的信号都在一个载频 f1 上,只有 R'99 的信号在另一个载频 f2 上,且 PA1 是 f1 和 f2 两个频率,PA2 只有 f1 一个频率,导致功放 PA1 与功放 PA2 上的功率不平衡。

[0004] 现有技术中,为了保持 MIMO 和传统 HSDPA 共用的情况下的天线间的功率平衡,通过将单个天线上输出的信号与正交的虚拟天线映射 (Virtual Antenna Mapping, VAM) 矩阵相乘,来达到两个功放的功率平衡。

[0005] 但是,将所有输出的信号与该 VAM 矩阵相乘后输出, HSDPA 的性能不存在波动,进而使得 HSDPA 性能得不到提升。

### 发明内容

[0006] 本发明实施例提出一种天线间功率平衡方法及装置、基站,使得天线输出的信号产生不同的相位,从而输出信号的不同相位使得 HSDPA 性能能够产生波动。

[0007] 本发明实施例提供了一种天线间功率平衡方法,包括:

[0008] 将 n 个虚天线信号与正交矩阵相乘,得到 n 个中间调整信号,其中, n 为  $\geq 2$  的整数;

[0009] 对所述 n 个中间调整信号中的 m 个中间调整信号采用相应的旋转相位进行相位旋转,其中 m 为整数,且  $1 \leq m \leq n$ ,使得通过天线输出的 n 个物理天线信号中至少有两个物理天线信号之间存在相位差。

[0010] 本发明实施例还提供了一种天线间功率平衡装置,包括:

[0011] 矩阵处理模块,用于将 n 个虚天线信号与正交矩阵相乘,得到 n 个中间调整信号,其中, n 为  $\geq 2$  的整数;

[0012] 相位旋转模块,用于对所述 n 个中间调整信号中的 m 个中间调整信号采用相应的旋转相位进行相位旋转,其中 m 为整数,且  $1 \leq m \leq n$ ,使得通过天线输出的 n 个物理天线信号中至少有两个物理天线信号之间存在相位差。

[0013] 本发明实施例还提供了一种基站,包括上述天线间功率平衡装置。

[0014] 上述实施例提供的技术方案通过对虚天线信号与 VAM 矩阵相乘后的信号进行相位旋转,使得天线输出的信号产生不同的相位,从而输出信号的不同相位使得 HSDPA 性能的能够产生波动。

### 附图说明

[0015] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例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。

[0016] 图 1 为 MIMO 和 HSDPA 在主辅导频模式下的组网示意图;

[0017] 图 2 为本发明一实施例提供的一种天线间功率平衡方法的流程图;

[0018] 图 3 为本发明实施例提供的天线间功率平衡方法中主辅导频模式下的 MIMO 和 HSDPA 共载波组网时采用 VAM 矩阵的示意图;

[0019] 图 4 为本发明实施例提供的天线间功率平衡方法中相位旋转的示意图;

[0020] 图 5 为本发明另一实施例提供的一种天线间功率平衡方法的流程图;

[0021] 图 6 为本发明又一实施例提供的一种天线间功率平衡方法的流程图;

[0022] 图 7 为本发明实施例提供的天线间功率平衡装置的结构示意图;

[0023] 图 8 为本发明实施例提供的基站的结构示意图。

### 具体实施方式

[0024] 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作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0025] 图 2 为本发明一实施例提供的一种天线间功率平衡方法的流程图。如图 2 所示,该方法可以包括:

[0026] 步骤 21、将 n 个虚天线信号与正交矩阵相乘,得到 n 个中间调整信号,其中, n 为  $\geq 2$  的整数;

[0027] 如图 3 所示,主辅导频模式下的 MIMO 和 HSDPA 共载波组网时采用 VAM 矩阵 (VAM 矩阵为正交矩阵的一种,本发明实施例以 VAM 举例说明)。其中, V1、V2 为 VAM 输入信号,称为虚天线信号。V1 为 HSDPA 信号、MIMO1 信号、P-CPICH、公共信道;V2 为 MIMO2 信号、辅公共导频信道 (Secondary Common Pilot Channel, S-CPICH); **VAM 矩阵**

$$= \frac{\sqrt{2}}{2} \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} = \frac{\sqrt{2}}{2} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}; S1、S2 为功放输出信号,也称为物理天线信号。V1、V2 通过$$

与 VAM 矩阵相乘,使得功率在两个物理天线上等分,即达到了 PA1 与 PA2 上的功率平衡。而 VAM 矩阵可以被看作是无线信道的一部分,对接收端来说是不可见的,因此对 UE 接收不需做任何改变。

[0028] 需要说明的是, VAM 矩阵可以有多种形式, 本实施例以  $\frac{\sqrt{2}}{2} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$  为例进行了说明。并且, 以上是以双天线的情况进行说明的, 可以理解的是, 对于其他多天线的情况也同样适用。

[0029] 步骤 22、对所述  $n$  个中间调整信号中的  $m$  个中间调整信号采用相应的旋转相位进行相位旋转, 其中  $m$  为整数, 且  $1 \leq m \leq n$ , 使得通过天线输出的  $n$  个物理天线信号中至少有两个物理天线信号之间存在相位差;

[0030] 换句话说, 本实施例可对所有的中间调整信号进行相位旋转, 也可对其中的一个或多个采用相应的旋转相位进行相位旋转, 只要使通过天线输出的物理天线信号存在相位差即可。此处, 使通过天线输出的物理天线信号存在相位差可以是至少有两个物理天线信号之间存在相位差。

[0031] 由于通过天线输出的物理天线信号之间存在相位差, 从而输出信号的不同相位使得 HSDPA 性能的能够产生波动, 使得在保持天线间功率平衡的同时可以提高 HSDPA 性能。

[0032] 上述步骤 22 中, 对中间调整信号进行相位旋转的方式可如图 4 所示, 通过将  $m$  个中间调整信号与  $e^{j\theta}$  相乘实现, 其中,  $\theta$  为旋转相位。

[0033] 当  $m > 1$  时, 则不同的中间调整信号可采用不同的旋转相位进行旋转, 此时,  $m$  个中间调整信号与  $e^{j\theta_p}$  相乘, 其中,  $\theta_p$  为与所述  $m$  个中间调整信号相应的旋转相位,  $p$  为中间调整信号的序号,  $p \in [1, m]$ 。如第 1 个中间调整信号对应的旋转相位  $\theta_1$ , 第 2 个中间调整信号对应的旋转相位  $\theta_2, \dots$ , 第  $m$  个中间调整信号对应的旋转相位  $\theta_m$ 。

[0034] 需要说明的是, 当  $n > m > 1$  时, 不同的中间调整信号中全部或部分也可采用相同的旋转相位进行旋转。

[0035] 进一步地, 相位旋转所采用的相位可在  $2\pi$  范围内不断更新, 从而可以获得更优的性能。具体地, 本发明实施例提供的天线间功率平衡方法还可包括: 在一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值, 后续采用更新后的  $\theta_p$  对  $m$  个中间调整信号进行相位旋转。

[0036] 其中, 更新  $\theta_p$  的取值的方式可以为:

[0037]  $\theta_p =$  上一次相位旋转的相位  $+2\pi / \text{PhaseNum}$ ,  $\text{PhaseNum}$  表示预设的一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的个数。详见图 5 所示实施例的说明。

[0038] 进一步地, 如果一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数未达到  $\text{PhaseNum}$ , 则可以继续更新  $\theta_p$  的取值。

[0039] 进一步地, 本实施例的方法还可以包括如下步骤:

[0040] 步骤 23、通过天线输出所述  $n$  个物理天线信号。

[0041] 当  $m < n$  时, 物理天线信号中存在未经相位旋转的中间调整信号。

[0042] 本发明实施例提供的天线间功率平衡方法还可通过收集相位旋转所产生的 CQI, 来选取并锁定一个最优的相位进行相位旋转。具体地, 可包括:

[0043] 步骤一、获取各个相位下的用户设备对应上报的用于锁定判决的 CQI 统计值; 如, 对至少一个  $2\pi$  周期中的相同旋转相位下上报的 CQI 进行平均, 得到相同旋转相位下的 CQI 平均值; 对相同旋转相位下的 CQI 平均值进行滤波, 从而得到各个旋转相位下用于锁定判决的 CQI 统计值。

[0044] 步骤二、从获取的用于锁定判决的 CQI 统计值中找到最大的 CQI 统计值; 如通过当



前  $2\pi$  周期内所有用来进行相位旋转的相位得到的用于锁定判决的 CQI 统计值中找到最大的 CQI 统计值。

[0045] 步骤三、利用用于锁定判决的 CQI 统计值判定是否锁定与最大的 CQI 统计值对应的相位。如根据最大的 CQI 统计值找到最优相位, 最优相位为与最大的 CQI 统计值对应的相位; 将通过当前  $2\pi$  周期内各个旋转相位下的用于锁定判决的 CQI 统计值进行平均, 得到第一平均值; 将索引值为 [最优相位的索引减去一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数 /4, 最优相位的索引加上一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数 /4] 内的相位下的用于锁定判决的 CQI 统计值, 进行平均, 得到第二平均值; 将通过所有的用来进行相位旋转的相位得到的用于非锁定判决的 CQI 统计值进行平均, 得到第三平均值; 将索引值为 [最优相位的索引减去一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数 /4, 最优相位的索引加上一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数 /4] 内的相位下的用于非锁定判决的 CQI 统计值, 进行平均, 得到第四平均值; 根据第一平均值、第二平均值、第三平均值、第四平均值判定是否锁定最优相位。具体地, 如果第四平均值与第三平均值的差大于非锁定状态判决门限值、第二平均值与第一平均值的差大于锁定状态判决门限值, 且第四平均值与第三平均值的差大于锁定状态判决门限值, 锁定最优相位。

[0046] 当锁定最优相位时, 可以在后续的过程中持续利用锁定的最优相位对  $m$  个中间调整信号进行相位旋转, 从而可以进一步提升 HSDPA 性能。详见图 6 所示实施例的说明。

[0047] 上述实施例提供的技术方案通过对虚天线信号与正交矩阵相乘后的信号进行相位旋转, 使得天线输出的信号产生不同的相位, 而对于极化天线, 输出信号的不同相位使得 HSDPA 性能的能够产生波动, 从而在保持天线间功率平衡的同时能够提高 HSDPA 性能。

[0048] 图 5 为本发明另一实施例提供的一种天线间功率平衡方法的流程图。本实施例中, 以双天线为例说明, 假设只对其中一个虚天线信号与正交矩阵相乘后的信号进行相位旋转, 如图 5 所示, 该方法可以包括如下内容。

[0049] 步骤 51、对虚天线信号旋转相位  $\theta$ 。

[0050] 以图 4 所示输出信号为例, 对虚天线信号  $v_1$ 、 $v_2$  与如  $\frac{\sqrt{2}}{2} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$  的 VAM 矩阵相乘得到的中间调整信号  $\frac{\sqrt{2}}{2} v_1 + \frac{\sqrt{2}}{2} v_2$ 、 $\frac{\sqrt{2}}{2} v_1 - \frac{\sqrt{2}}{2} v_2$  中的  $\frac{\sqrt{2}}{2} v_1 - \frac{\sqrt{2}}{2} v_2$  旋转相位  $\theta$ , 得到物理天线信号  $s_2$ 。即  $s_2 = \left( \frac{\sqrt{2}}{2} v_1 - \frac{\sqrt{2}}{2} v_2 \right) \times e^{j\theta}$ 。而物理天线信号  $s_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} v_1 + \frac{\sqrt{2}}{2} v_2$ , 即物理天线信号等同于中间调整信号。这样, 物理天线信号  $s_1$  与物理天线信号  $s_2$  之间存在相位差, 从而可能提高 HSDPA 的性能。

[0051] 此外, 需要说明的是, 也可以是对  $\frac{\sqrt{2}}{2} v_1 + \frac{\sqrt{2}}{2} v_2$  进行相位旋转, 也可以同时对  $\frac{\sqrt{2}}{2} v_1 + \frac{\sqrt{2}}{2} v_2$ 、 $\frac{\sqrt{2}}{2} v_1 - \frac{\sqrt{2}}{2} v_2$  进行相位旋转 (旋转的相位不同), 本实施例对此不做限定。

[0052] 步骤 52、通过天线输出物理天线信号。

[0053] 仍以图 4 为例, 天线 Ant1 输出物理天线信号  $s_1$ , 天线 Ant2 输出物理天线信号  $s_2$ 。由于物理天线信号  $s_1$  与物理天线信号  $s_2$  之间存在相位差, 结合相应的调度算法, 例如调

度性能较好的用户（可以采用比例公平（Proportional-Fair, PF）调度算法），从而可以利用用户的分集增益，有可能提高小区的吞吐率，进一步地，通过相应的调度算法，可以提高 HSDPA 性能。

[0054] 步骤 53、在一个  $2\pi$  周期内更新相位  $\theta$  的取值，后续采用取值更新后的  $\theta$  对多个中间调整信号中的至少一个中间调整信号进行相位旋转。

[0055] 其中，更新相位  $\theta$  的方式可以为： $\theta = \theta + 2\pi / \text{PhaseNum}$ ，PhaseNum 为周期旋转的相位个数，可以为任意自然数。此处，可以将该相位调整的过程称为相位周期旋转。

[0056] 对相位  $\theta$  进行调整后，继续执行步骤 51～步骤 53，直至使得物理天线信号之间的相位差遍历  $\theta \sim 2\pi$ ，在所有的旋转到的相位下，可以一直都调度 CQI 较高的用户，也就是利用用户的分集增益，提高小区的吞吐率，可以提高 HSDPA 的性能。

[0057] 当  $\theta$  完成一个  $2\pi$  周期内的更新（也就是对  $\theta$  的更新此处达到 PhaseNum）后，在后续的  $\theta$  更新周期中， $\theta$  的初始值可以任意取值。

[0058] 图 6 为本发明又一实施例提供的一种天线间功率平衡方法的流程图。如图 6 所示，该方法可以包括训练阶段和工作阶段。在训练阶段，按  $2\pi$  周期进行相位旋转，并统计 UE 接收质量。训练阶段可包括一个  $2\pi$  周期，也可包括多个  $2\pi$  周期，直至锁定一个最优相位。锁定最优相位则训练阶段结束，进入工作阶段。这里将一个  $2\pi$  周期称为一个训练周期。该训练阶段在图 5 所示实施例的相位周期旋转的基础上，增加了最优相位的寻找和锁定状态判决。在工作阶段，设定最优相位，根据设定的工作周期工作，超过工作周期则继续进入训练阶段。其中训练阶段、工作阶段可以按周期进行，该周期的长短可以根据实际需要设置。工作阶段也可以在最优相位没有带来提高 HSDPA 性能的情况下，由基站结束，进入训练阶段。

[0059] 为了便于描述，首先对训练阶段和工作阶段涉及的参数、变量进行说明。具体地，训练阶段的算法参数可以如表 1 所示。

[0060] 表 1

[0061]

参数名称	单位	备注
MAX_PHASE_NUM		周期旋转的最大相位个数
ProPrd	ms	调整一次相位的处理周期
TrainPrd	ProPrd	训练周期，最大值为 MAX_PHASE_NUM，即 $\text{TrainPrd} \leq \text{MAX\_PHASE\_NUM}$ 。为了实现相位个数设置的灵活性，设定一个最大的旋转相位个数，实现时，可通过参数配置实际的旋转相位个数 TrainPrd，该值小于或等于 MAX_PHASE_NUM

参数名称	单位	备注
WorkPrd		工作周期；如果仅有训练阶段，则该值设为0。
AlphaLock		锁定状态判决信道质量指示符 (Channel Quality Indicator, CQI) 滤波系数；意义同 alpha 滤波的定义， $\alpha = 2^{-k/2}$ 。滤波系数小，平滑作用强，但跟踪能力差；滤波系数大，平滑作用弱，但跟踪能力强
Alphaunlock		非锁定状态判决 CQI 滤波系数；意义同 alphaLock

[0062] 训练阶段的算法变量可以如表 2 所示。

[0063] 表 2

[0064]

变量名称	初始值	备注
PrdCnt	0	处理周期计数器；在 ProPrd 的边界处发生变化，PrdCnt 从 0 变化到 TrainPrd 表示完成一个 $2\pi$ 周期内的相位旋转
CqiSum[0-MAX_PHASE_NUM-1]	0	CQI 累加和；在每个设定的相位下分别统计 CQI 累加和 CqiSum[i]， $i \in [0, \text{MAX\_PHASE\_NUM}-1]$
CqiCnt[0-MAX_PHASE_NUM-1]	0	上报的 CQI 个数；在每个设定的相位下分别统计 CQI 的上报个数 CqiCnt[i]， $i \in [0, \text{MAX\_PHASE\_NUM}-1]$

[0065] 工作阶段算法变量可以如表 3 所示。

[0066] 表 3

[0067]

变量名称	初始值	备注
WorkLockFlg	0	工作状态锁定标志
OptimumPhaseIdx	0	最优相位索引
StsCqiLock[0-MAX_PHASE_NUM-1]	0	CQI 统计量 ;用于锁定判决的 CQI 统计值
StsCqiUnlock[0-MAX_PHASE_NUM-1]	0	CQI 统计量 ;用于非锁定判决的 CQI 统计值
LockThreshold		锁定状态判决门限
UnlockThreshold		非状态判决门限

[0068] 其中,训练阶段可以包括:

[0069] 步骤 61、相位设置。

[0070] 每经过一个 ProPrd 时间,调整一次相位,使用调整后的相位对一个虚天线信号与正交矩阵相乘后的信号进行相位旋转。而在一个训练周期内,PrdCnt 在 ProPrd 的边界处发生变化 PrdCnt++ 即 PrdCnt 的值加 1,即 PrdCnt 的值不同,则对应不同的相位,因此,PrdCnt = (PrdCnt+1) mod TrainPrd ;以避免出现 PrdCnt > TrainPrd 的情况。

[0071] 在 ProPrd 的边界处设定  $e^{j\theta}$  的值,  $\theta = (2\pi / \text{TrainPrd}) \times \text{PrdCnt}$ 。其中,  $2\pi / \text{TrainPrd}$  表示将一个  $2\pi$  等分为 TrainPrd 个相同的相位。当 TrainPrd 等于 MAX\_PHASE\_NUM 时,  $2\pi / \text{TrainPrd} = 2\pi / \text{PhaseNum}$ , 当前  $\theta$  也可用  $\theta = \theta(\text{上一个}) + 2\pi / \text{PhaseNum}$  计算得到。假设  $2\pi / \text{TrainPrd} = 2\pi / \text{PhaseNum} = \pi / 3$ , 则一个  $2\pi$  内 PrdCnt 有 6 个取值: 1、2、3、4、5、6 分别对应相位:  $\pi / 3$ 、 $2\pi / 3$ 、 $\pi$ 、 $4\pi / 3$ 、 $5\pi / 3$ 、 $2\pi$ ; 假设当前相位为第 4 个, 则可用  $(2\pi / \text{TrainPrd}) \times \text{PrdCnt} = (\pi / 3) \times 4 = 4\pi / 3$  计算得到, 也可用  $\theta = \theta(\text{上一个}) + 2\pi / \text{PhaseNum} = \pi + \pi / 3 = 4\pi / 3$  计算得到。

[0072] 经过设定的  $e^{j\theta}$  的相位调整, 各天线输出的信号之间存在相应的相位差。

[0073] 需要说明的是, 以上相位设置的过程与图 2 所示实施例中的思想是一致的, 此处旋转相位的更新是以 ProPrd 为周期的。

[0074] 步骤 62、对不同相位的性能进行统计。

[0075] 此处, 可以在不同的相位下, 根据 UE 上报的 CQI 进行性能统计。而该 CQI 可以是 UE 根据基站的天线输出信号上报的 CQI。

[0076] 具体的性能统计的方式可以如下:

[0077] 当收到 UE 上报的 CQI 时,如果该 UE 处于数传状态,则设置标志,以统计数传状态下的 UE 上报的 CQI。由于无数传状态下的 UE 也会上报 CQI,而这个 CQI 是可以不需要统计的,因此可以标识出哪些 UE 上报的 CQI 需要统计。如将处于数传状态的 UE 上报的 CQI 的标志设置为 1,将处于非数传状态的 UE 上报的 CQI 的标志设置为 0,统计 CQI 时,可以仅统计标志为 1 的 CQI,统计 CQI 的方式可以如下:

[0078]  $CqiSum[PrdCnt] += \text{上报 CQI};$

[0079]  $CqiCnt[PrdCnt]++。$

[0080] 例如,假设步骤 61 中的  $\theta = \pi/3$ ,则可以将 CQI 累加到之前每个 TrainPrd 中  $\theta = \pi/3$  的性能,即每次 UE 根据经过  $\theta = \pi/3$  的相位调整输出的信号上报的 CQI 累加在一起。假设  $\theta = \pi/3$  时 PrdCnt 为 1,则将每个  $2\pi$  周期内 PrdCnt 为 1 时接收到的 CQI 进行累加。并统计截止当前,所有  $\theta = \pi/3$  的情况下接收到的 CQI 的个数。

[0081] 步骤 63、对不同相位的性能进行滤波。

[0082] 可以计算同一相位下的 CQI 平均值  $CqiMean[i]$  :

[0083]  $i = 0 : TrainPrd-1 ; CqiMean[i] = CqiSum[i] / CqiCnt[i];$

[0084] 此处, $i = \theta$  表示索引为 0, $i = TrainPrd-1$  表示索引为 TrainPrd-1 假设当前相位为  $\pi/3$ ,则累加第一个 TrainPrd 中的  $\pi/3$  下 UE 上报的 CQI、第二个 TrainPrd 中的  $\pi/3$  下 UE 上报的 CQI,...,当前 TrainPrd 中的  $\pi/3$  下 UE 上报的 CQI,并通过除以 CQI 的个数,得到  $\pi/3$  的 CQI 平均值。

[0085] 对不同的训练周期中相同的相位,对应获得的用于锁定判决的 CQI 统计值做 alpha 滤波:

[0086]  $StsCqiLock[PrdCnt] = StsCqiLock[PrdCnt] \times (1 - \alpha_{lock}) + CqiMean[i] \times \alpha_{lock};$

[0087] 仍以  $\pi/3$  为例,其中  $CqiMean[i]$  为  $\pi/3$  的 CQI 平均值。当前 TrainPrd 的  $\pi/3$  下用于锁定判决的 CQI 统计值等于上一个 TrainPrd 的  $\pi/3$  下用于锁定判决的 CQI 统计值与  $\pi/3$  的 CQI 平均值的 alpha 滤波值。

[0088] 对不同的训练周期中用于非锁定判决的 CQI 统计值做 alpha 滤波:  
 $StsCqiUnlock[PrdCnt] = StsCqiUnlock[PrdCnt] * (1 - \alpha_{unlock}) + CqiMean[i] \times \alpha_{unlock}$

[0089] 仍以  $\pi/3$  为例,其中  $CqiMean[i]$  为  $\pi/3$  的 CQI 平均值。当前 TrainPrd 的  $\pi/3$  下用于非锁定判决的 CQI 统计值等于上一个 TrainPrd 的  $\pi/3$  下用于非锁定判决的 CQI 统计值与  $\pi/3$  的 CQI 平均值的 alpha 滤波值。

[0090] 以上以 alpha 滤波的方式对 CQI 统计值进行滤波,可以理解的是,还可以通过其他方式进行滤波,本发明实施例对此不做限定。

[0091] 步骤 64、判断是否已遍历完所有的相位;

[0092] 此处,判断是否遍历完所有的相位可以通过判断是否完成一个训练周期来实现;若遍历完所有的相位,则执行步骤 65;否则,执行步骤 61,继续用下一个相位调整输出的信号之间的相位差;

[0093] 步骤 65、寻找最优相位;

[0094] 在  $StsCqiLock[0, \dots, TrainPrd-1]$  中寻找最大值。设该最大值对应的相位(即

最优相位) 的索引为  $x$ , 即  $\text{OptimumPhaseIdx} = x$ 。

[0095] 步骤 66、锁定相位判决。

[0096] 进行锁定相位判决的方式可以如下：

[0097] 可以利用步骤 63 中计算出的用于锁定判决的 CQI 统计值及用于非锁定判决的 CQI 统计值获取以下四个平均值：

[0098] 所有相位下用于锁定判决的 CQI 平均值： $\text{TempMean1} = \text{mean}(\text{StsCqiLock}[0, \dots, \text{TrainPrd}-1])$ , 即上述第一平均值；

[0099] 最优相位及其附近相位下用于锁定判决的 CQI 平均值： $\text{TempMean2} = \text{mean}(\text{StsCqiLock}[x-\text{TrainPrd}/4, \dots, \dots, \text{TrainPrd}/4])$ , 即上述第二平均值；

[0100] 所有相位下用于非锁定判决的 CQI 平均值： $\text{TempMean3} = \text{mean}(\text{StsCqiUnlock}[0, \dots, \text{TrainPrd}-1])$ , 即上述第三平均值；

[0101] 最优相位及其附近相位下用于非锁定判决的 CQI 平均值： $\text{TempMean4} = \text{mean}(\text{StsCqiUnlock}[x-\text{TrainPrd}/4, \dots, \dots, x+\text{TrainPrd}/4])$ , 即上述第四平均值；

[0102] 如果  $\text{TempMean4} - \text{TempMean3} < \text{UnlockThreshold}$ , 则步骤 65 找到的最优相位处于非锁定状态,  $\text{WorkLockFlg} = 0$ , 继续执行步骤 61; 否则, 如果  $(\text{TempMean2} - \text{TempMean1} > \text{LockThreshold}) \&\& (\text{TempMean4} - \text{TempMean3} > \text{LockThreshold})$ , 则步骤 65 找到的最优相位处于锁定状态,  $\text{WorkLockFlg} = 1$ , 执行步骤 67, 进入工作阶段。

[0103] 步骤 67、进入工作阶段时启动计数器进行计数, 持续以锁定相位调整物理天线信号；

[0104] 步骤 68、通过将计数器的计数大小与设定的工作周期的值进行比较, 判断当前是否处于工作周期, 若是, 如当计数小于工作周期的值时, 则继续执行步骤 67; 否则, 结束工作阶段, 执行步骤 61, 进入训练阶段。

[0105] 图 7 为本发明实施例提供的天线间功率平衡装置的结构示意图。如图 7 所示, 该装置包括: 矩阵处理模块 71、相位旋转模块 72 及天线 73。矩阵处理模块 71 用于将  $n$  个虚天线信号与正交矩阵相乘, 得到  $n$  个中间调整信号, 其中,  $n$  为  $\geq 2$  的整数; 相位旋转模块 72 用于对  $n$  个中间调整信号中的  $m$  个中间调整信号采用相应的旋转相位进行相位旋转, 其中  $m$  为整数, 且  $1 \leq m \leq n$ , 使得通过天线输出的  $n$  个物理天线信号中至少有两个物理天线信号之间存在相位差; 当  $m < n$  时, 物理天线信号中存在未经相位旋转的中间调整信号。天线 73 用于输出  $n$  个物理天线信号。其中, 相位旋转模块 72 可具体用于将  $m$  个中间调整信号与  $e^{j\theta_p}$  相乘, 实现相位旋转, 其中,  $\theta_p$  为所述  $m$  个中间调整信号相应的旋转相位,  $p$  为  $1 \sim m$ 。

[0106] 本发明实施例提供的天线间功率平衡装置还可包括: 相位更新模块 74, 用于当设定周期到达时或者满足预设条件时, 在一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值, 其中, 更新  $\theta_p$  的取值包括:  $\theta_p =$  上一次相位旋转的相位  $+ 2\pi / \text{PhaseNum}$ ,  $\text{PhaseNum}$  表示预设的一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数; 此时, 相位旋转模块 72 具体用于后续采用更新后的  $\theta_p$  对  $m$  个中间调整信号进行相位旋转。

[0107] 相位更新模块还用于在一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数未达到  $\text{PhaseNum}$  的情况下, 继续更新  $\theta_p$  的取值。

[0108] 本发明实施例提供的天线间功率平衡装置还可包括: CQI 统计值获取模块 75、最大 CQI 统计值获取模块 76、最优相位判定模块 77。

[0109] CQI 统计值获取模块 75 用于获取各个旋转相位下的用户设备对应上报的用于锁定判决的 CQI 统计值。最大 CQI 统计值获取模块 76 用于从获取的用于锁定判决的 CQI 统计值中找到最大的 CQI 统计值。最优相位判定模块 77 用于利用所述用于锁定判决的 CQI 统计值判定是否锁定与所述最大的 CQI 统计值对应的相位。

[0110] CQI 统计值获取模块 75 可包括 :CQI 平均子模块 751、滤波子模块 752。

[0111] CQI 平均子模块 751 用于对至少一个  $2\pi$  周期中的相同旋转相位下上报的 CQI 进行平均,得到相同旋转相位下的 CQI 平均值 ;滤波子模块 752 用于对所述相同旋转相位下的 CQI 平均值进行滤波,从而得到所述各个旋转相位下用于锁定判决的 CQI 统计值。

[0112] 所述最优相位判定模块 77 包括 :最优相位获取子模块 771、第一平均值获取子模块 772、第二平均值获取子模块 773、第三平均值获取子模块 774、第四平均值获取子模块 775、相位锁定判定子模块 776。

[0113] 最优相位获取子模块 771 用于根据所述最大的 CQI 统计值找到最优相位,所述最优相位为与所述最大的 CQI 统计值对应的相位 ;第一平均值获取子模块 772 用于将通过当前  $2\pi$  周期各个旋转相位下的用于锁定判决的 CQI 统计值进行平均,得到第一平均值 ;第二平均值获取子模块 773 用于将索引值为 [ 所述最优相位的索引减去一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数 /4, 所述最优相位的索引加上一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数 /4] 内的相位下的用于锁定判决的 CQI 统计值,进行平均,得到第二平均值 ;第三平均值获取子模块 774 用于将通过所述所有的用来进行相位旋转的相位得到的用于非锁定判决的 CQI 统计值进行平均,得到第三平均值 ;第四平均值获取子模块 775 用于将索引值为 [ 所述最优相位的索引减去一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数 /4, 所述最优相位的索引加上一个  $2\pi$  周期内更新  $\theta_p$  的取值的次数 /4] 内的相位下的用于非锁定判决的 CQI 统计值,进行平均,得到第四平均值 ;相位锁定判定子模块 776 用于根据所述第一平均值、第二平均值、第三平均值、第四平均值判定是否锁定所述最优相位。如所述相位锁定判定子模块 776 可具体用于在所述第四平均值与所述第三平均值的差大于非锁定状态判决门限值、第二平均值与第一平均值的差大于锁定状态判决门限值,且第四平均值与第三平均值的差大于锁定状态判决门限值的情况下,锁定所述最优相位。

[0114] 所述相位旋转模块 72 可具体用于当锁定最优相位时,利用锁定的最优相位对所述  $m$  个中间调整信号进行相位旋转。

[0115] 本发明实施例提供的天线间功率平衡装置还可包括 :工作状态设定模块 78,用于根据锁定最优相位的情况,设定工作状态锁定标志的值。如在不锁定最优相位的情况下,工作状态设定模块 78 将用于表示锁定最优相位的工作状态锁定标志的值设定为 0 ;锁定最优相位的情况下,工作状态设定模块 78 将工作状态锁定标志的值设定为 1。工作状态锁定标志的值的设定用途详见上述方法实施例中的说明。

[0116] 本发明实施例提供的天线间功率平衡装置还可包括 :锁定继续判断模块 79,用于根据设定的工作周期判断是否继续以最优相位对  $m$  个中间调整信号进行相位旋转,具体判断方法详见上述方法实施例中的说明。

[0117] 本发明实施例提供的天线间功率平衡装置还可包括 :调度模块,用于采用比例公平调度算法对用户进行调度,从而可以利用用户的分集增益,有可能提高小区的吞吐率,进一步地,通过相应的调度算法,可以提高 HSDPA 性能。

[0118] 需要说明的是,本实施例中天线间功率平衡装置的实现方式和交互过程可以参考相应方法实施例的描述,此处不再赘述。

[0119] 本实施例中,天线间功率平衡装置通过对虚天线信号与 VAM 矩阵相乘后的信号进行相位旋转,使得天线输出的信号产生不同的相位,对于极化天线,输出信号的不同相位能够使得 HSDPA 性能的产生波动,从而可以在保持天线间功率平衡的同时提高 HSDPA 性能。

[0120] 图 8 为本发明实施例提供的基站的结构示意图。如图 8 所示,该基站包括装置 81,用于在保持天线间功率平衡的同时,提高 HSDPA 的性能。所述装置 81 可为上述装置实施例提供的任一种天线间功率平衡装置。

[0121] 本实施例中,基站通过天线间功率平衡装置对虚天线信号与 VAM 矩阵相乘后的信号进行相位旋转,使得天线输出的信号产生不同的相位,对于极化天线,输出信号的不同相位能够使得 HSDPA 性能的产生波动,从而可以在保持天线间功率平衡的同时提高 HSDPA 性能。

[0122] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成,前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,执行包括上述方法实施例的步骤;而前述的存储介质包括:ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0123] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。



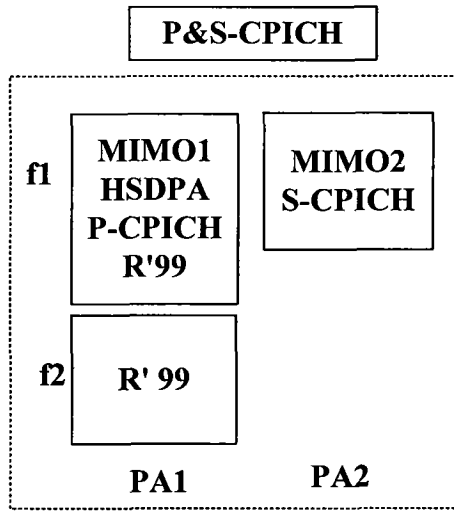


图 1

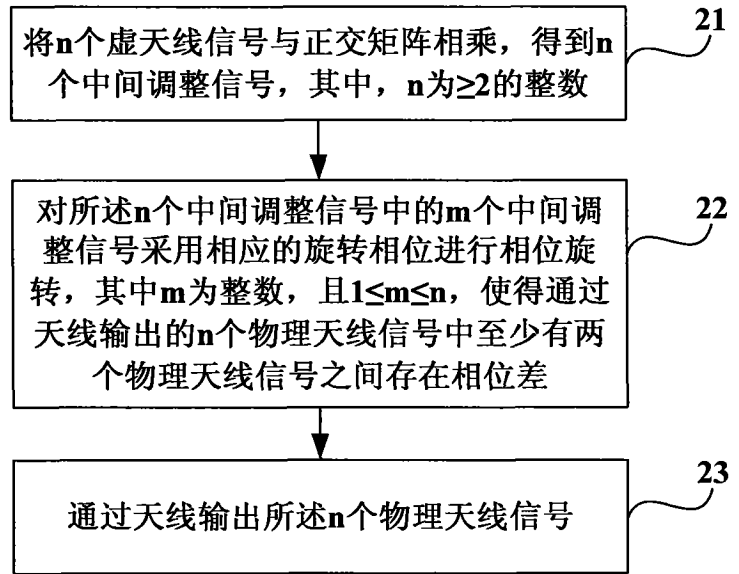


图 2

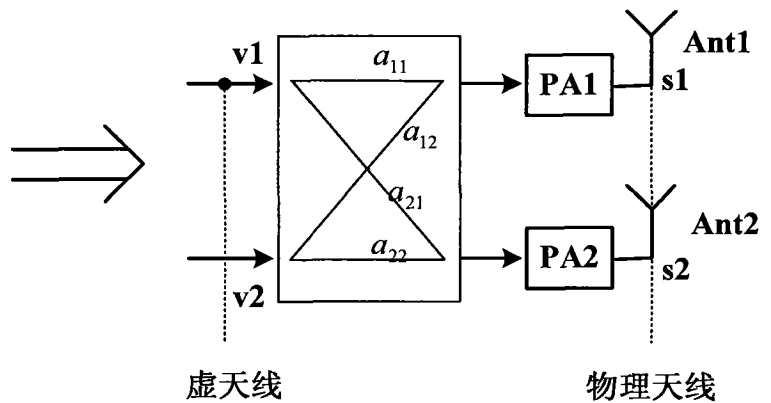
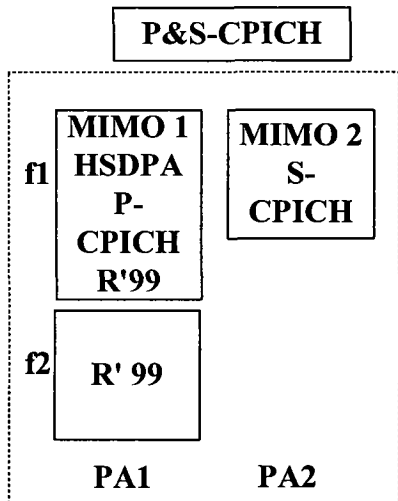


图 3

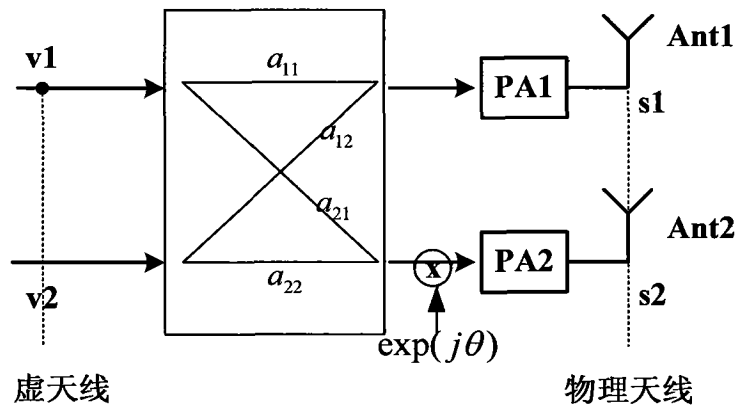


图 4

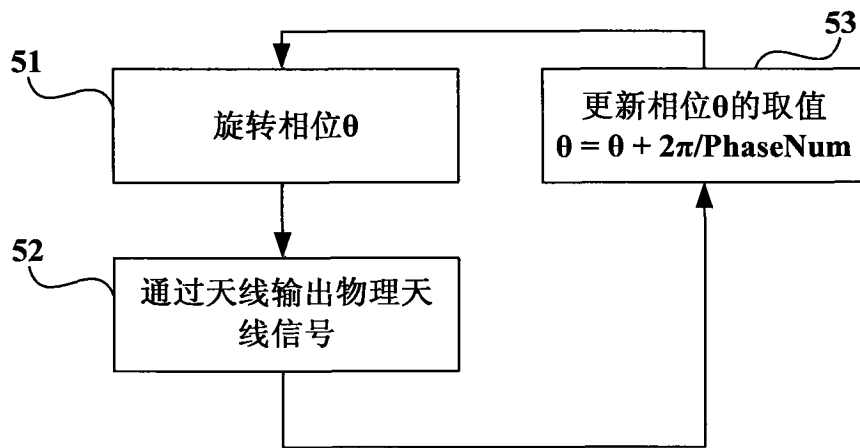


图 5

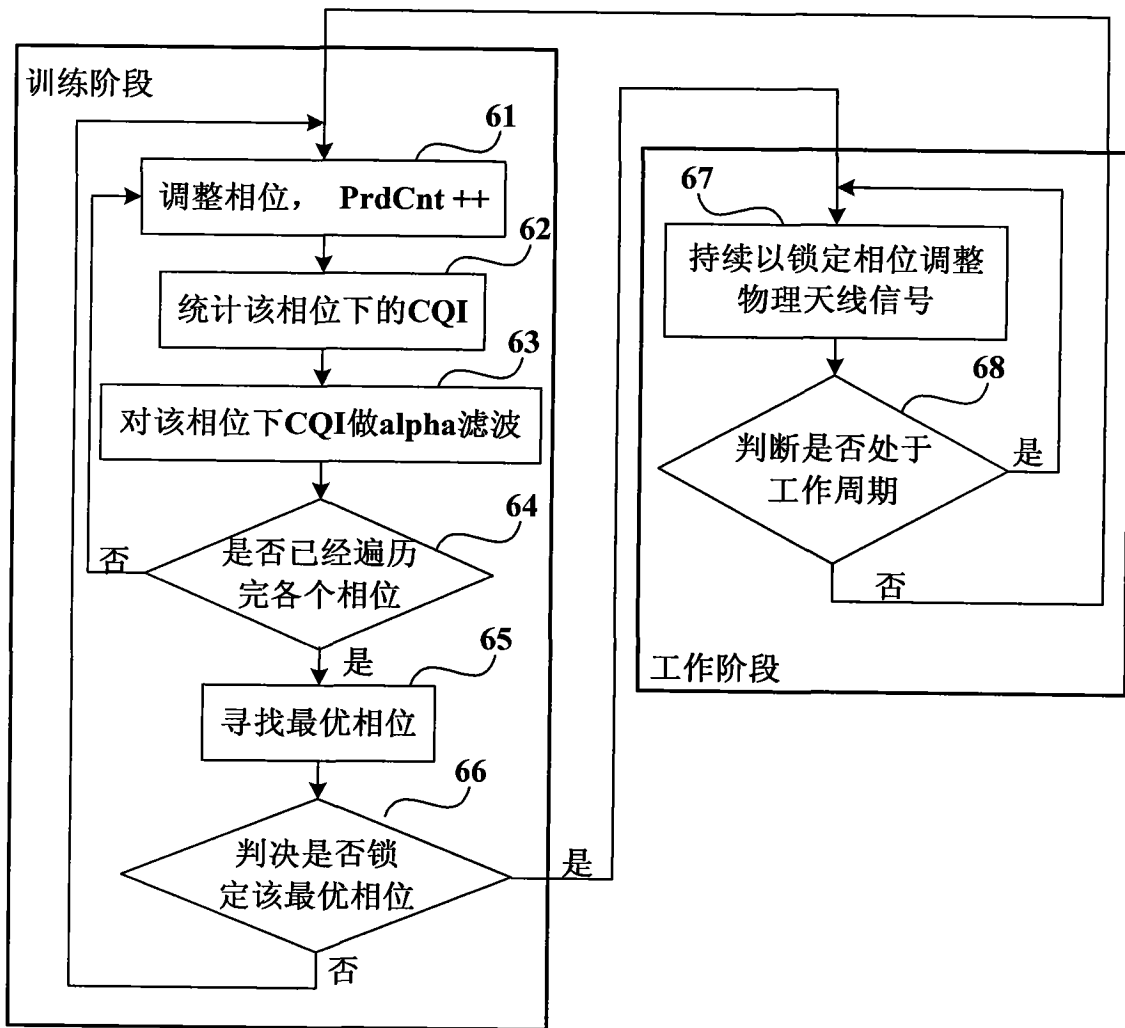


图 6

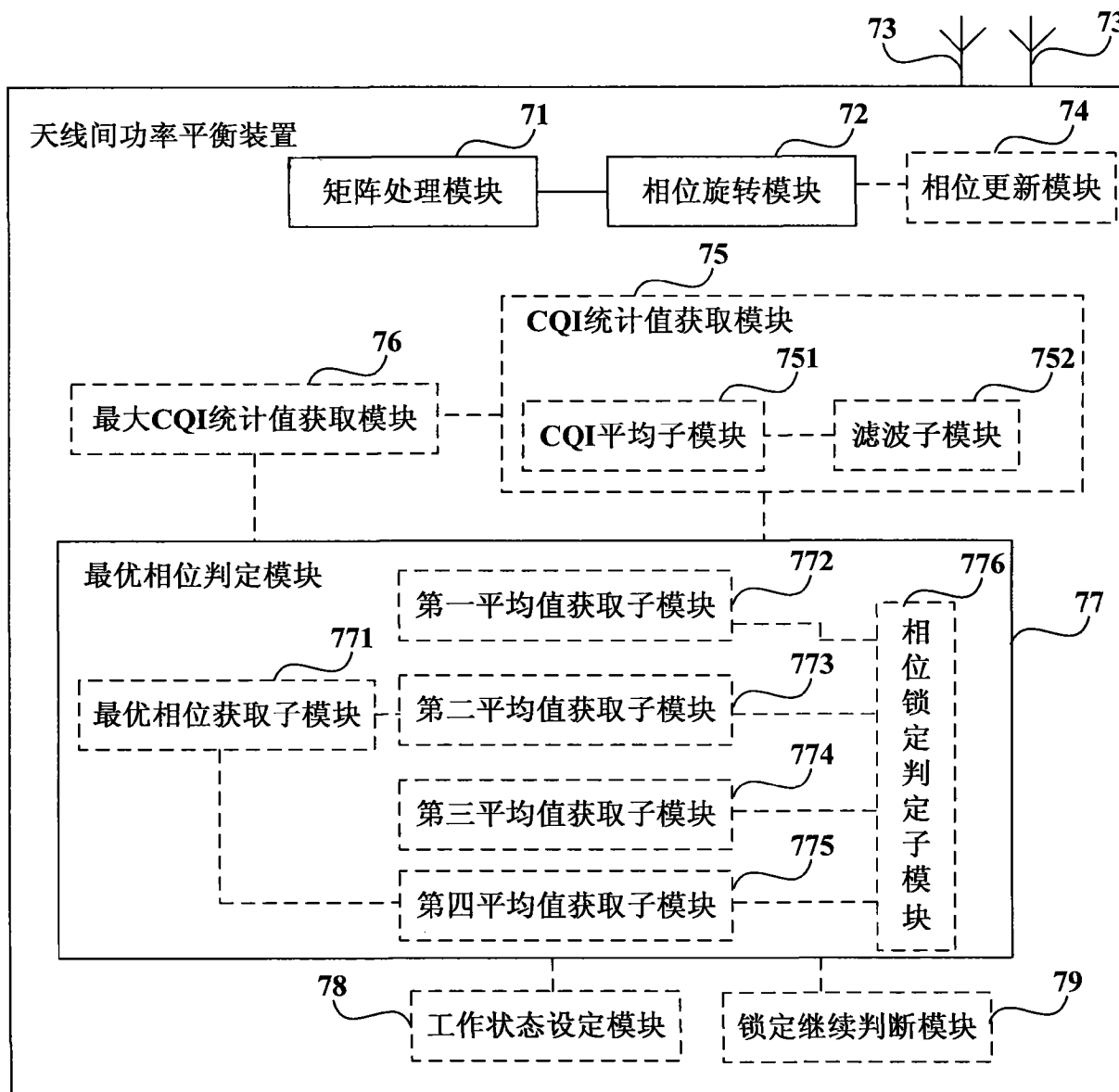


图 7

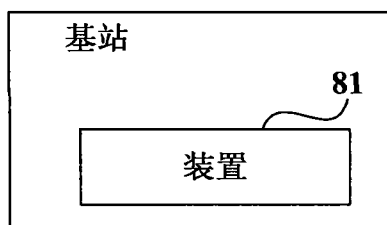


图 8