

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101902755 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 21

(21) 申请号 200910085732. 4

CN 101064902 A, 2007. 10. 31,

(22) 申请日 2009. 05. 27

CN 1681160 A, 2005. 10. 12,

US 2006/0119511 A1, 2005. 06. 08,

(73) 专利权人 电信科学技术研究院

地址 100191 北京市海淀区学院路 40 号

审查员 黄菲

(72) 发明人 李传军 孙长果

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司

11018

代理人 谢安昆 宋志强

(51) Int. Cl.

H04L 15/04 (2006. 01)

H04W 24/00 (2009. 01)

H04B 17/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

EP 1120858 A2, 2001. 08. 01,

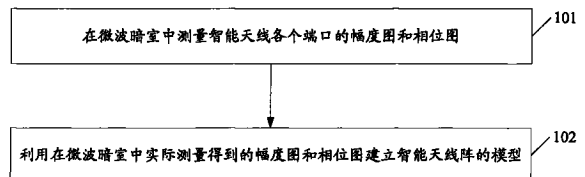
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 5 页

(54) 发明名称

智能天线模拟方法和装置及广播波束权值获取方法和装置

(57) 摘要

本发明公开了智能天线模拟方法和装置及广播波束权值获取方法和装置。模拟方法包括：将智能天线阵的相位中心与微波暗室的相位中心重合，在微波暗室中测量智能天线阵每个端口的幅度图和相位图，其中，在每个端口的幅度图和相位图测量过程中，保持当前被测量端口以外的端口接匹配阻抗；将向智能天线阵各个端口输入的幅度和相位与所测得的相应端口的幅度和相位相乘，将各个端口的乘积结果相加，将相加结果的绝对值进行平方，用所得平方值模拟智能天线阵实际功率输出值。获取方法包括：利用所述模拟方法建立智能天线阵模型，利用所述模型获取广播波束权值。应用本发明建立的模型能够真实地反映智能天线的性能，获取的广播波束权值能满足行业标准要求。



1. 一种智能天线模拟方法,其特征在于,该方法包括:

将智能天线阵的相位中心与微波暗室的相位中心重合,在所述微波暗室中测量所述智能天线阵的每个端口的幅度图和相位图,其中,在每个端口的幅度图和相位图测量过程中,保持当前被测量端口以外的端口接匹配阻抗;

将智能天线阵的模型建立为:

$$P(\theta(i)) = \left| \sum_{ka=1}^{Ka} \text{antAMP}(ka) \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{antPHZ}(ka) \cdot \pi}{180}\right) \cdot 10^{\frac{\text{ampPattern}_{ka}(i)}{20}} \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{phasePattern}_{ka}(i) \cdot \pi}{180}\right) \right|^2$$

其中,ka 是天线索引,Ka 是智能天线阵所包含的天线个数,ampPattern_{ka}(i) 是第 ka 根天线对应端口的幅度方向图中,第 i 测试点的幅度值,phasePattern_{ka}(i) 是第 ka 根天线对应端口的相位方向图中,第 i 测试点的相位值,antAMP(ka) 是输入第 ka 根天线对应端口的幅度值,antPHZ(ka) 是输入第 ka 根天线对应端口的相位值,P(θ(i)) 是根据相应测试点的幅度值和相位值模拟出的智能天线阵的实际功率输出值。

2. 一种智能天线广播波束权值获取方法,其特征在于,该方法包括:

将智能天线阵的相位中心与微波暗室的相位中心重合,在所述微波暗室中测量所述智能天线阵的每个端口的幅度图和相位图,其中,在每个端口的幅度图和相位图测量过程中,保持当前被测量端口以外的端口接匹配阻抗;

设定广播波束权值的初始值;

通过智能天线阵的模型

$$P(\theta(i)) = \left| \sum_{ka=1}^{Ka} \text{antAMP}(ka) \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{antPHZ}(ka) \cdot \pi}{180}\right) \cdot 10^{\frac{\text{ampPattern}_{ka}(i)}{20}} \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{phasePattern}_{ka}(i) \cdot \pi}{180}\right) \right|^2$$

模拟将广播波束权值输入相应端口时所述智能天线阵的实际功率输出值;

其中,ka 是天线索引,Ka 是智能天线阵所包含的天线个数,ampPattern_{ka}(i) 是第 ka 根天线对应端口的幅度方向图中,第 i 测试点的幅度值,phasePattern_{ka}(i) 是第 ka 根天线对应端口的相位方向图中,第 i 测试点的相位值,antAMP(ka) 是输入第 ka 根天线对应端口的广播波束权值对应的幅度值,antPHZ(ka) 是输入第 ka 根天线对应端口的广播波束权值对应的相位值,P(θ(i)) 是根据相应测试点的幅度值和相位值模拟出的智能天线阵的实际功率输出值;

比较模拟的实际功率输出值与目标功率输出值,根据二者的差异更新广播波束权值,并返回模拟所述实际功率输出值的步骤,直至二者的差异满足预定的条件,将相应的广播波束权值确定为获取的广播波束权值。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述根据二者的差异更新广播波束权值包括:

判断模拟的实际功率输出值与目标功率输出值的方差是否小于第一预定值,如果小于,则更新广播波束权值。

4. 如权利要求 3 所述的方法,其特征在于,所述直至二者的差异满足预定的条件,将相应的广播波束权值确定为获取的广播波束权值包括:

记录各次模拟的实际功率输出值与目标功率输出值的方差中最小的方差,以及该最小的方差对应的广播波束权值,判断该最小的方差在各次模拟所对应的方差中保持最小的次

数是否达到第二预定值,若是,将该最小的方差对应的广播波束权值确定为获取的广播波束权值,若否,返回更新广播波束权值的步骤。

5. 如权利要求 3 或 4 所述的方法,其特征在于,所述方差的计算方法为:

根据测得的幅度图和相位图中不同的测试点分别模拟实际功率输出值,计算模拟的实际功率输出值与所述测试点对应的目标功率输出值相减得到的差值,将各个测试点对应的差值进行加权平均,将加权平均结果作为所述方差。

6. 如权利要求 5 所述的方法,其特征在于,根据对幅度图和相位图中不同测试点的实际功率输出值与目标功率输出值之间逼近程度的要求,分别确定相应的权重系数,用以对各个测试点对应的差值进行加权平均。

7. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,对所述实际功率输出值与目标功率输出值之间的逼近程度要求越高,则相应测试点对应的权重系数越大。

8. 如权利要求 3 或 4 所述的方法,其特征在于,所述更新广播波束权值为:

在当前广播波束权值的基础上,随机地加上或者减去所述广播波束权值的更新步长,将所得结果作为更新的广播波束权值。

9. 如权利要求 8 所述的方法,其特征在于,所述更新广播波束权值之后,该方法进一步包括:

判断更新的广播波束权值是否在预定范围内,若是,返回模拟实际功率输出值的步骤,若否,返回更新广播波束权值的步骤。

10. 一种智能天线模拟装置,其特征在于,该装置包括存储模块、输入模块和模拟模块;

所述存储模块,存储实际测得的智能天线阵的每个端口的幅度图信息和相位图信息,其中,所述幅度图信息和所述相位图信息是通过将所述智能天线阵的相位中心与微波暗室的相位中心重合,并保持当前被测量端口以外的端口接匹配阻抗进行测量得到的;

所述输入模块,分别接收输入智能天线阵的各个端口的幅度值和相位值;

所述模拟模块,通过智能天线阵的模型

$$P(\theta(i)) = \left| \sum_{ka=1}^{Ka} \text{antAMP}(ka) \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{antPHZ}(ka) \cdot \pi}{180}\right) \cdot 10^{\frac{\text{ampPattern}_{ka}(i)}{20}} \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{phasePattern}_{ka}(i) \cdot \pi}{180}\right) \right|^2$$

模拟将广播波束权值输入相应端口时所述智能天线阵的实际功率输出值;

其中,ka 是天线索引,Ka 是智能天线阵所包含的天线个数,ampPattern_{ka}(i) 是第 ka 根天线对应端口的幅度方向图中,第 i 测试点的幅度值,phasePattern_{ka}(i) 是第 ka 根天线对应端口的相位方向图中,第 i 测试点的相位值,antAMP(ka) 是输入第 ka 根天线对应端口的幅度值,antPHZ(ka) 是输入第 ka 根天线对应端口的相位值,P(θ(i)) 是根据相应测试点的幅度值和相位值模拟出的智能天线阵的实际功率输出值。

11. 一种智能天线广播波束权值获取装置,其特征在于,该装置包括存储模块、输入模块、模拟模块和评估模块;

所述存储模块,存储实际测得的智能天线阵的每个端口的幅度图信息和相位图信息,其中,所述幅度图信息和所述相位图信息是通过将所述智能天线阵的相位中心与微波暗室的相位中心重合,并保持当前被测量端口以外的端口接匹配阻抗进行测量得到的;

所述输入模块,分别接收输入智能天线阵的各个端口的广播波束权值;

所述模拟模块,通过智能天线阵的模型

$$P(\theta(i)) = \left| \sum_{ka=1}^{Ka} \text{antAMP}(ka) \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{antPHZ}(ka) \cdot \pi}{180}\right) \cdot 10^{\frac{\text{ampPattern}_{ka}(i)}{20}} \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{phasePattern}_{ka}(i) \cdot \pi}{180}\right) \right|^2$$

模拟将广播波束权值输入相应端口时所述智能天线阵的实际功率输出值,并将该模拟的实际功率输出值发给所述评估模块;

其中,ka 是天线索引,Ka 是智能天线阵所包含的天线个数,ampPattern_{ka}(i) 是第 ka 根天线对应端口的幅度方向图中,第 i 测试点的幅度值,phasePattern_{ka}(i) 是第 ka 根天线对应端口的相位方向图中,第 i 测试点的相位值,antAMP(ka) 是输入第 ka 根天线对应端口的广播波束权值对应的幅度值,antPHZ(ka) 是输入第 ka 根天线对应端口的广播波束权值对应的相位值,P(θ(i)) 是根据相应测试点的幅度值和相位值模拟出的智能天线阵的实际功率输出值;

所述评估模块,将输入智能天线阵各个端口的广播波束权值发给输入模块,接收模拟模块模拟出的实际功率输出值,比较模拟的实际功率输出值与目标功率输出值,在二者的差异不满足第一预定条件时,更新广播波束权值,将更新的广播波束权值发给所述输入模块,在二者的差异满足第二预定条件时,将相应的广播波束权值确定为获取的广播波束权值。

12. 如权利要求 11 所述的装置,其特征在于,

所述评估模块,判断模拟的实际功率输出值与目标功率输出值的方差是否小于第一预定值,如果小于,则更新广播波束权值。

13. 如权利要求 11 所述的装置,其特征在于,

所述评估模块,记录各次模拟的实际功率输出值与目标功率输出值的方差中最小的方差,以及该最小的方差对应的广播波束权值,判断该最小的方差在各次模拟所对应的方差中保持最小的次数是否达到第二预定值,若是,将该最小的方差对应的广播波束权值确定为获取的广播波束权值,若否,更新广播波束权值。

14. 如权利要求 11 所述的装置,其特征在于,

所述评估模块,在当前广播波束权值的基础上,随机地加上或者减去所述广播波束权值的更新步长,将所得结果作为更新的广播波束权值。

15. 如权利要求 14 所述的装置,其特征在于,

所述评估模块,判断更新的广播波束权值是否在预定范围内,若是,将更新的广播波束权值发给输入模块,若否,重新更新广播波束权值。

智能天线模拟方法和装置及广播波束权值获取方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及移动通信系统中的智能天线技术领域,尤其涉及智能天线模拟方法和装置及广播波束权值获取方法和装置。

背景技术

[0002] 智能天线是由 N 个取向相同的单天线按照一定结构排列组成的阵列结构天线。智能天线技术是当前移动通信技术的一个研究热点。在移动通信系统的研发测试等阶段,常常需要预先通过计算机建立智能天线的模型,对智能天线的性能进行模拟,获取相应的系统参数。

[0003] 目前,主要是直接通过电磁场软件来建立智能天线的模型。然而,众所周知,电磁场软件本身对电磁场特性的描述与实际情况有所偏差,再加之建立智能天线模型的算法对智能天线真实特性的描述不够准确,使得通过电磁场软件建立的智能天线模型反映的智能天线性能与实际的智能天线性能相差较大,导致根据该智能天线模型获取的系统参数不够准确,很难满足移动通信系统的要求。

[0004] 例如,采用智能天线的 TD 系统用于实现 PCCPCH 信道的全向小区或扇区覆盖时,需要根据不同网络规划需求,实现 PCCPCH 信道覆盖波束宽度为 360 度、30 度、65 度、90 度等波束,或其它自定义的波束。其中,要形成上述的每一个波束,都需要对智能天线施加特定的幅度和相位激励。这个特定的幅度和相位称之为广播波束权值。该广播波束权值对 TD 系统的性能影响至关重要。

[0005] 在测试智能天线时,对于 N 端口的智能天线,需要制作 N 端口的广播波束功分板,将该广播波束功分板的各个端口与智能天线的各个端口分别相接,通过该广播波束功分板的各个端口分别向智能天线输入相应的广播波束权值,并在微波暗室中对所述智能天线进行测试,所得到的测试结果需要满足移动通信系统的行业标准 YD/T 1701.7-2007,《TD-SCDMA 数字蜂窝移动通信网智能天线,第一部分:天线》中的相关规定。

[0006] 目前,通常通过电磁场软件建立智能天线的模型,通过该模型模拟智能天线的性能,从而获取广播波束权值。如上所述,由于通过电磁场软件建立的智能天线模型不能真实地反映智能天线的特性,因此,将通过该模型获取的广播波束权值输入真实的智能天线后,在微波暗室中获得的测试结果与智能天线标准指标存在较大差异,无法满足移动通信系统的要求。

发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明实施例的目的在于提供一种智能天线模拟方法和装置及广播波束权值获取方法和装置,使得通过所述模拟方法建立的模型能够真实地反映智能天线的性能,所获取的广播波束权值输入真实的智能天线后能够满足行业标准的要求。

[0008] 为达到上述目的,本发明实施例的技术方案具体是这样实现的:

[0009] 一种智能天线模拟方法,该方法包括:

[0010] 将智能天线阵的相位中心与微波暗室的相位中心重合,在所述微波暗室中测量所述智能天线阵的每个端口的幅度图和相位图,其中,在每个端口的幅度图和相位图测量过程中,保持当前被测量端口以外的端口接匹配阻抗;

[0011] 将智能天线阵的模型建立为:

[0012]

$$P(\theta(i)) = \left| \sum_{ka=1}^{Ka} \text{antAMP}(ka) \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{antPHZ}(ka) \cdot \pi}{180}\right) \cdot 10^{\frac{\text{ampPattern}_{ka}(i)}{20}} \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{phasePattern}_{ka}(i) \cdot \pi}{180}\right) \right|^2$$

[0013] 其中,ka 是天线索引,Ka 是智能天线阵所包含的天线个数,ampPattern_{ka}(i) 是第 ka 根天线对应端口的幅度方向图中,第 i 测试点的幅度值,phasePattern_{ka}(i) 是第 ka 根天线对应端口的相位方向图中,第 i 测试点的相位值,antAMP(ka) 是输入第 ka 根天线对应端口的幅度值,antPHZ(ka) 是输入第 ka 根天线对应端口的相位值,P(θ(i)) 是根据相应测试点的幅度值和相位值模拟出的智能天线阵的实际功率输出值。

[0014] 一种智能天线广播波束权值获取方法,该方法包括:

[0015] 将智能天线阵的相位中心与微波暗室的相位中心重合,在所述微波暗室中测量所述智能天线阵的每个端口的幅度图和相位图,其中,在每个端口的幅度图和相位图测量过程中,保持当前被测量端口以外的端口接匹配阻抗;

[0016] 设定广播波束权值的初始值;

[0017] 通过智能天线阵的模型

[0018]

$$P(\theta(i)) = \left| \sum_{ka=1}^{Ka} \text{antAMP}(ka) \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{antPHZ}(ka) \cdot \pi}{180}\right) \cdot 10^{\frac{\text{ampPattern}_{ka}(i)}{20}} \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{phasePattern}_{ka}(i) \cdot \pi}{180}\right) \right|^2$$

[0019] 模拟将广播波束权值输入相应端口时所述智能天线阵的实际功率输出值;

[0020] 其中,ka 是天线索引,ka 是智能天线阵所包含的天线个数,ampPattern_{ka}(i) 是第 ka 根天线对应端口的幅度方向图中,第 i 测试点的幅度值,phasePattern_{ka}(i) 是第 ka 根天线对应端口的相位方向图中,第 i 测试点的相位值,antAMP(ka) 是输入第 ka 根天线对应端口的广播波束权值对应的幅度值,antPHZ(ka) 是输入第 ka 根天线对应端口的广播波束权值对应的相位值,P(θ(i)) 是根据相应测试点的幅度值和相位值模拟出的智能天线阵的实际功率输出值;

[0021] 比较模拟的实际功率输出值与目标功率输出值,根据二者的差异更新广播波束权值,并返回模拟所述实际功率输出值的步骤,直至二者的差异满足预定的条件,将相应的广播波束权值确定为获取的广播波束权值。

[0022] 一种智能天线模拟装置,该装置包括存储模块、输入模块和模拟模块;

[0023] 所述存储模块,存储实际测得的智能天线阵的每个端口的幅度图信息和相位图信息,其中,所述幅度图信息和所述相位图信息是通过将所述智能天线阵的相位中心与微波暗室的相位中心重合,并保持当前被测量端口以外的端口接匹配阻抗进行测量得到的;

[0024] 所述输入模块,分别接收输入智能天线阵的各个端口的幅度值和相位值;

[0025] 所述模拟模块,通过智能天线阵的模型

[0026]

$$P(\theta(i)) = \left| \sum_{ka=1}^{Ka} \text{antAMP}(ka) \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{antPHZ}(ka) \cdot \pi}{180}\right) \cdot 10^{\frac{\text{ampPattern}_{ka}(i)}{20}} \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{phasePattern}_{ka}(i) \cdot \pi}{180}\right) \right|^2$$

[0027] 模拟将广播波束权值输入相应端口时所述智能天线阵的实际功率输出值；

[0028] 其中，ka 是天线索引，Ka 是智能天线阵所包含的天线个数，ampPattern_{ka}(i) 是第 ka 根天线对应端口的幅度方向图中，第 i 测试点的幅度值，phasePattern_{ka}(i) 是第 ka 根天线对应端口的相位方向图中，第 i 测试点的相位值，antAMP(ka) 是输入第 ka 根天线对应端口的幅度值，antPHZ(ka) 是输入第 ka 根天线对应端口的相位值，P(θ(i)) 是根据相应测试点的幅度值和相位值模拟出的智能天线阵的实际功率输出值。

[0029] 一种智能天线广播波束权值获取装置，该装置包括存储模块、输入模块、模拟模块和评估模块；

[0030] 所述存储模块，存储实际测得的智能天线阵的每个端口的幅度图信息和相位图信息，其中，所述幅度图信息和所述相位图信息是通过将所述智能天线阵的相位中心与微波暗室的相位中心重合，并保持当前被测量端口以外的端口接匹配阻抗进行测量得到的；

[0031] 所述输入模块，分别接收输入智能天线阵的各个端口的广播波束权值；

[0032] 所述模拟模块，通过智能天线阵的模型

[0033]

$$P(\theta(i)) = \left| \sum_{ka=1}^{Ka} \text{antAMP}(ka) \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{antPHZ}(ka) \cdot \pi}{180}\right) \cdot 10^{\frac{\text{ampPattern}_{ka}(i)}{20}} \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{phasePattern}_{ka}(i) \cdot \pi}{180}\right) \right|^2$$

[0034] 模拟将广播波束权值输入相应端口时所述智能天线阵的实际功率输出值，并将该模拟的实际功率输出值发给所述评估模块；

[0035] 其中，ka 是天线索引，Ka 是智能天线阵所包含的天线个数，ampPattern_{ka}(i) 是第 ka 根天线对应端口的幅度方向图中，第 i 测试点的幅度值，phasePattern_{ka}(i) 是第 ka 根天线对应端口的相位方向图中，第 i 测试点的相位值，antAMP(ka) 是输入第 ka 根天线对应端口的广播波束权值对应的幅度值，antPHZ(ka) 是输入第 ka 根天线对应端口的广播波束权值对应的相位值，P(θ(i)) 是根据相应测试点的幅度值和相位值模拟出的智能天线阵的实际功率输出值；

[0036] 所述评估模块，将输入智能天线阵各个端口的广播波束权值发给输入模块，接收模拟模块模拟出的实际功率输出值，比较模拟的实际功率输出值与目标功率输出值，在二者的差异不满足第一预定条件时，更新广播波束权值，将更新的广播波束权值发给所述输入模块，在二者的差异满足第二预定条件时，将相应的广播波束权值确定为获取的广播波束权值。

[0037] 可见，由于本发明提供的技术方案利用了微波暗室中真实测量得到的幅度图和相位图，因此建立的模型或装置能够真实地反映智能天线的性能。相应地，利用所述模型或装置能够模拟出将广播波束权值输入相应智能天线阵后的实际输出功率，通过比较该模拟的实际输出功率和行业标准中的目标输出功率，根据比较结果不断修正广播波束权值，从而能够使得获取的广播波束权值输入真实的智能天线后，智能天线的网络覆盖特性能够满足行业标准的要求。

附图说明

- [0038] 图 1 是本发明提供的智能天线模拟方法流程图。
- [0039] 图 2 是本发明提供的智能天线广播波束权值获取方法流程图。
- [0040] 图 3 是通过最小方差方法获取广播波束权值的方法流程图。
- [0041] 图 4 是在微波暗室中测得的智能天线阵中天线 1 的幅度和相位方向图。
- [0042] 图 5 是在微波暗室中测得的智能天线阵中天线 2 的幅度和相位方向图。
- [0043] 图 6 是在微波暗室中测得的智能天线阵中天线 3 的幅度和相位方向图。
- [0044] 图 7 是在微波暗室中测得的智能天线阵中天线 4 的幅度和相位方向图。
- [0045] 图 8 是在微波暗室中测得的智能天线阵中天线 5 的幅度和相位方向图。
- [0046] 图 9 是在微波暗室中测得的智能天线阵中天线 6 的幅度和相位方向图。
- [0047] 图 10 是将 w_{BCH65} 输入智能天线阵模型仿真得到的功率输出图与将 w_{BCH65} 输入智能天线阵实际在微波暗室中测得的功率输出图的对比示意图。
- [0048] 图 11 是本发明提供的智能天线模拟装置结构图。
- [0049] 图 12 是本发明提供的智能天线广播波束权值获取装置结构图。

具体实施方式

[0050] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下参照附图并举实施例,对本发明进一步详细说明。

[0051] 本发明利用在微波暗室中真实测量得到智能天线各个端口的幅度图和相位图,来建立智能天线的模型。在获取广播波束权值时,利用所述模型模拟将广播波束权值输入智能天线的实际功率输出值,通过比较模拟的实际输出功率值和行业标准中的目标功率输出值,来修正广播波束权值,从而确定最终获取的广播波束权值。

[0052] 具体地,本发明提供了智能天线模拟方法和装置以及广播波束权值获取方法和装置,下面分别举实施例予以介绍。

[0053] 第一实施例:

[0054] 图 1 是本发明提供的智能天线模拟方法流程图。如图 1 所示,该方法包括:

[0055] 步骤 101,在微波暗室中测量智能天线各个端口的幅度图和相位图。

[0056] 本步骤中,将智能天线阵的相位中心与微波暗室的相位中心重合,在所述微波暗室中测量所述智能天线阵的每个端口的幅度图和相位图,其中,在每个端口幅度图和相位图测量过程中,保持当前被测量端口以外的端口接匹配阻抗。

[0057] 步骤 102,利用在微波暗室中实际测量得到的幅度图和相位图建立智能天线阵的模型。

[0058] 本步骤中,将向所述智能天线阵的各个端口输入的幅度和相位与所测得的相应端口的幅度和相位相乘,将各个端口的乘积结果相加,将相加结果的绝对值进行平方,用所得平方值模拟该智能天线阵的实际功率输出值。

[0059] 第二实施例:

[0060] 图 2 是本发明提供的智能天线广播波束权值获取方法流程图。如图 2 所示,该方法包括:

[0061] 步骤 201,建立智能天线的模型。

- [0062] 本步骤中,采用图 1 所示方法建立智能天线的模型。
- [0063] 步骤 202,设定广播波束权值的初始值。
- [0064] 本步骤中,广播波束权值的初始值可以随意确定,也可以根据经验值确定。
- [0065] 步骤 203,利用建立的智能天线模型模拟将广播波束权值输入智能天线阵后的实际输出功率值。
- [0066] 本步骤中,将广播波束权值与所测得的相应端口的幅度和相位相乘,将各个端口的乘积结果相加,将相加结果的绝对值进行平方,用所得平方结果作为将所述广播权值输入所述相应端口时所述智能天线阵的实际功率输出值。
- [0067] 步骤 204,比较模拟的实际功率输出值与目标功率输出值,得到二者之间的差异。
- [0068] 所述差异例如是模拟的实际功率输出值与目标功率输出值的方差。
- [0069] 步骤 205,判断所述差异是否满足预定条件,若是,执行步骤 207,否则,执行步骤 206。
- [0070] 步骤 206,根据二者的差异更新广播波束权值,并返回步骤 203。
- [0071] 步骤 207,将相应的广播波束权值确定为获取的广播波束权值。
- [0072] 步骤 205 ~ 207 中,判断模拟的实际功率输出值与目标功率输出值的方差是否小于第一预定值,如果小于,则更新广播波束权值。其中的第一预定值可以设置的大些,这样便于进入更新广播波束权值的步骤,从而可以不断修正广播波束权值。
- [0073] 其中,进入不断修正广播波束权值的过程后,记录各次模拟的实际功率输出值与目标功率输出值的方差中最小的方差,以及该最小的方差对应的广播波束权值,判断该最小的方差在各次模拟所对应的方差中保持最小的次数是否达到第二预定值,若是,将该最小的方差对应的广播波束权值确定为获取的广播波束权值,若否,返回更新广播波束权值的步骤。
- [0074] 所述方差的计算方法为:根据测得的幅度图和相位图中不同的测试点分别模拟实际功率输出值,计算模拟的实际功率输出值与所述测试点对应的目标功率输出值相减得到的差值,将各个测试点对应的差值进行加权平均,将加权平均结果作为所述方差。
- [0075] 其中,根据对幅度图和相位图中不同测试点的实际功率输出值与目标功率输出值之间逼近程度的要求,分别确定相应的权重系数,用以对各个测试点对应的差值进行加权平均。具体地,对所述实际功率输出值与目标功率输出值之间的逼近程度要求越高,则相应测试点对应的权重系数越大。
- [0076] 所述更新广播波束权值的具体方法可以为:在当前广播波束权值的基础上,随机地加上或者减去所述广播波束权值的更新步长,将所得结果作为更新的广播波束权值。
- [0077] 其中,在更新广播波束权值之后,还可以判断更新的广播波束权值是否在预定范围内,若是,返回步骤 203,若否,返回更新广播波束权值的步骤。
- [0078] 将广播波束权值限制在预定范围内是因为考虑到智能天线阵中每根天线最大功率的限制,需要对每根天线的幅度值进行限制,由于每个广播波束权值都对应了相应的幅度值和相位值,因此,需要将广播波束权值限制在相应的范围内。
- [0079] 在图 2 中,以通过最小方差的方法来不断修正广播波束权值,从而获取最终满足网络覆盖要求的广播波束权值的方法为例,对广播波束权值获取方法进行了说明,其中的最小方差方法可以采用现有技术中的最小方差法来实现,为了减小计算量,本发明还提出

了一种确定广播波束权值局部最优解的最小方差法,下面对所述最小方差方法进行详细说明,具体参见图 3。

[0080] 图 3 是通过最小方差方法获取广播波束权值的方法流程图。如图 3 所示,该方法包括:

[0081] 步骤 301,设定广播波束权值等初始值。

[0082] 本步骤中的初始值包括:广播波束权值的初始值,具体包括幅度初始值 $\text{antAMP}_0(ka)$ 和相位初始值 $\text{antPHZ}_0(ka)$;广播波束权值的更新步长,具体包括幅度更新步长 $\text{step_AMP}_0(ka)$ 和相位更新步长 $\text{step_PHZ}_0(ka)$;最小方差存储器 ε' ,用于存储模拟的实际功率输出值与目标功率输出值之间的最小方差;设置最小方差保持次数计数器 count 并将该 count 初始化为 0;最小方差保持次数阈值 M ;幅度范围阈值 $T(ka)$ 。其中, ka 是天线索引。

[0083] 步骤 302,随机地在当前广播波束权值 $\text{antAMP}(ka)$ 所表征的幅度值的基础上加上或减去 $\text{step_AMP}_0(ka)$ 、在 $\text{antAMP}(ka)$ 所表征的相位值的基础上加上或减去 $\text{step_PHZ}_0(ka)$ 。

[0084] 本步骤中,可以产生随机数,根据随机数的大小确定是加上还是减去 $\text{step_AMP}_0(ka)$ 或 $\text{step_PHZ}_0(ka)$ 。例如,产生 $0 \sim 1$ 之间的随机数,当产生的随机数大于 0.5 时,加上 $\text{step_AMP}_0(ka)$ 或 $\text{step_PHZ}_0(ka)$,小于或等于 0.5 时,减去 $\text{step_AMP}_0(ka)$ 或 $\text{step_PHZ}_0(ka)$ 。

[0085] 步骤 303,判断更新的 $\text{antAMP}(ka)$ 是否在预定范围内,若是,执行步骤 304,否则,返回步骤 302。

[0086] 本步骤中,判断 $T(ka) < \text{antAMP}(ka) \leq 1$ 是否成立,若是,执行步骤 304,否则返回步骤 302。其中,考虑到每根天线的最大功率的限制,将输入每根天线的信号幅度的最大值限制为 1。

[0087] 步骤 304,利用智能天线模型模拟将更新的广播波束权值输入智能天线后,所述智能天线实际输出的功率值,计算实际输出的功率值与目标功率输出值之间的方差 ε 。

[0088] 本步骤中, $\varepsilon = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K [\mathbf{P}(\boldsymbol{\theta}(i)) - \mathbf{P}_{ideal}(\boldsymbol{\theta}(i))] \cdot \mathbf{C}(i)$ 。

[0089] 其中,

[0090]

$$\mathbf{P}(\boldsymbol{\theta}(i)) = \left[\sum_{ka=1}^{Ka} \text{antAMP}(ka) \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{antPHZ}(ka) \cdot \pi}{180}\right) \cdot 10^{\frac{\text{ampPattern}_{ka}(i)}{20}} \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{phasePattern}_{ka}(i) \cdot \pi}{180}\right) \right]^2$$

[0091] Ka 是智能天线阵所包含的天线个数, K 是从实际测得的幅度图和相位图中选取的测试点的个数, $\text{ampPattern}_{ka}(i)$ 是第 ka 根天线对应端口的幅度方向图中,第 i 测试点的幅度值, $\text{phasePattern}_{ka}(i)$ 是第 ka 根天线对应端口的相位方向图中,第 i 测试点的相位值, $\mathbf{P}(\boldsymbol{\theta}(i))$ 是根据相应测试点的幅度值和相位值模拟出的实际功率输出值, $\mathbf{P}_{ideal}(\boldsymbol{\theta}(i))$ 是相应测试点对应的目标功率值, $\mathbf{C}(i)$ 是相应测试点的权重系数。其中, $\boldsymbol{\theta}(i)$ 的取值是 -180 度到 180 度之间的任意值。

[0092] $\mathbf{P}_{ideal}(\boldsymbol{\theta}(i))$ 可以取自任意形状的理想功率方向图,具体取自哪一形状的理想功

率方向图,取决于将获取的广播波束权值输入天线阵后,要求天线阵实际输出的功率方向图逼近哪一理想功率方向图。例如,目前要使得将广播波束权值输入天线阵后,要求天线阵实际输出的功率方向图逼近 65 度的理想功率方向图,则 $P_{ideal}(\theta(i))$ 取自所述 65 度的理想功率方向图。

[0093] C(i) 的具体取值根据相应测试点的逼近要求来设定,具体地,如果对根据该测试点模拟出的实际功率输出值与目标功率输出值之间的逼近程度要求较高,则 C(i) 设置的相对大些,反之设置的相对小些。

[0094] 步骤 305,判断计算出的 ε 是否小于最小方差存储器 ε' 中的值,若是,将 count 清零,将 ε' 中的值更新为 ε ,将广播波束权值存储器中的值更新为当前的广播波束权值,返回步骤 302,若否,执行步骤 306。

[0095] 其中, ε' 的初始值是最小方差阈值。

[0096] 步骤 306,将 count 的值加 1。

[0097] 步骤 307,判断 count 的值是否大于 M,如果是,执行步骤 308,否则,返回步骤 302。

[0098] 步骤 308,将广播波束权值存储器中的值确定为最终获取的广播波束权值。

[0099] 其中的 M 值设置的越大,获取的广播波束权值越准确。

[0100] 图 3 所示的方法计算量较小,能够较快地求出广播波束权值的局部最优解。当然,如果对求出的局部最优解不满意,也可以通过反复采用图 3 所示方法获取多组广播波束权值,从中挑出对应的 ε 最小的广播波束权值作为最终获取的广播波束权值。其中,在反复采用图 3 所示方法获取多组广播波束权值时,可以利用已经求得的最小 ε 对应的广播波束权值来完成步骤 301 的初始化操作。

[0101] 本发明的发明人利用图 2 和图 3 所示方法,获取了 6 天线的智能天线阵的广播波束权值,下面对所述获取过程进行介绍:

[0102] 步骤一、将整个智能天线阵的相位中心与微波暗室的相位中心重合,此时,测量智能天线阵每个端口($ka=1, 2, \dots, Ka$)在其他所有端口都接匹配阻抗时的 H 面的幅度方向图 $ampPattern_{ka}$ 和相位方向图 $phasePattern_{ka}$,其中 H 面的角度分布为 θ 。

[0103] H 面的幅度方向图和相位方向图的角度分布为: $\theta=[\theta_1 \ \theta_2 \ \dots \ \theta_n \ \dots \ \theta_N]$,这时 $ampPattern_{ka}$ 的维数也是 $1 \times N$ 矩阵,单位为 dB,其中 N 是自然数:

$$[0104] \quad ampPattern_1=[a_{11} \ a_{12} \ \dots \ a_{1n} \ \dots \ a_{1N}]$$

[0105] ...

$$[0106] \quad ampPattern_{ka}=[a_{ka1} \ a_{ka2} \ \dots \ a_{kan} \ \dots \ a_{kaN}]$$

[0107] ...

$$[0108] \quad ampPattern_{Ka}=[a_{Ka1} \ a_{Ka2} \ \dots \ a_{Kan} \ \dots \ a_{KaN}]$$

[0109] 这时 $phasePattern_{ka}$ 的维数也是 $1 \times N$ 矩阵,单位为度:

$$[0110] \quad phasePattern_1=[p_{11} \ p_{12} \ \dots \ p_{1n} \ \dots \ p_{1N}]$$

[0111] ...

$$[0112] \quad phasePattern_{ka}=[p_{ka1} \ p_{ka2} \ \dots \ p_{kan} \ \dots \ p_{kaN}]$$

[0113] ...

$$[0114] \quad phasePattern_{Ka}=[p_{Ka1} \ p_{Ka2} \ \dots \ p_{Kan} \ \dots \ p_{KaN}]$$

[0115] 图 4 是在微波暗室中测得的智能天线阵中天线 1 的幅度和相位方向图。

[0116] 图 5 是在微波暗室中测得的智能天线阵中天线 2 的幅度和相位方向图。

[0117] 图 6 是在微波暗室中测得的智能天线阵中天线 3 的幅度和相位方向图。

[0118] 图 7 是在微波暗室中测得的智能天线阵中天线 4 的幅度和相位方向图。

[0119] 图 8 是在微波暗室中测得的智能天线阵中天线 5 的幅度和相位方向图。

[0120] 图 9 是在微波暗室中测得的智能天线阵中天线 6 的幅度和相位方向图。

[0121] 图 4 至图 9 中,左侧是幅度方向图,右侧是相位方向图。

[0122] 步骤二,根据步骤一中测得的幅度方向图和相位方向图建立智能天线阵的模型。

[0123] 本步骤中,建立的智能天线阵的模型为:

[0124]

$$P(\theta(i)) = \left| \sum_{ka=1}^{Ka} w(ka) \cdot 10^{\frac{\text{ampPattern}_{ka}(i)}{20}} \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{phasePattern}_{ka}(i) \cdot \pi}{180}\right) \right|^2$$

[0125] 其中的 $w(ka)$ 是输入到第 ka 根天线对应端口的广播波束权值。

[0126] $w(ka)$ 可以表示为幅度值和相位值的形式,具体为:

$$w(ka) = \text{antAMP}(ka) \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{antPHZ}(ka) \cdot \pi}{180}\right)$$

[0128] 因此,有:

[0129]

$$P(\theta(i)) = \left| \sum_{ka=1}^{Ka} \text{antAMP}(ka) \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{antPHZ}(ka) \cdot \pi}{180}\right) \cdot 10^{\frac{\text{ampPattern}_{ka}(i)}{20}} \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\text{phasePattern}_{ka}(i) \cdot \pi}{180}\right) \right|^2$$

[0130] 其中, $P(\theta(i))$ 就是模拟的智能天线阵实际输出的功率值。

[0131] 步骤三,比较模拟的智能天线阵实际功率输出值与目标功率输出值,通过最小方差方法获取广播波束权值。

[0132] 在该实施例中,根据 65 度广播波束理想方向图选取目标功率输出值。其中,65 度广播波束理想方向图的参数如下:

广播类型参数[dB] $P_{ideal65}(\theta(n))$	角度[deg] $\theta(n)$
0	0°
-3	±33°
-10	±60°
-20	±70°
-30	±80°
≤-30	其他角度

[0134] 根据图 3 所示方法获取广播波束权值为:

[0135] $w_{BCH\ 65} = [0.8320$

[0136] $0.0383 + 0.9983i$

[0137] $-0.8383 + 0.5077i$

[0138] $-0.8144 + 0.5269i$

[0139] $0.1253+0.9921i$

[0140] $0.8320+0.0087i$

[0141] 图 10 是将 w_{BCH65} 输入智能天线阵模型仿真得到的功率输出图与将 w_{BCH65} 输入智能天线阵实际在微波暗室中测得的功率输出图的对比示意图。

[0142] 图 10 中, 曲线 1 是仿真得到的功率输出图, 曲线 2 是实际在微波暗室中测得的功率输出图。由图 10 可见, 曲线 1 和曲线 2 的逼近程度很好, 这证明了本发明智能天线阵模拟方法能够真实体现智能天线阵本身的特性。

[0143] 除了采用最小方差法来获取广播波束权值外, 还可以采用遗传算法等其他算法来不断修正广播波束权值, 从而获取最终的广播波束权值。

[0144] 另外, 利用第一实施例中的智能天线阵模型, 不仅可以模拟将广播波束权值输入各端口后智能天线阵的实际功率输出值, 还可以模拟将其他类型的权值, 例如业务波束赋形权值输入相应端口后, 智能天线阵的实际功率输出值。

[0145] 第三实施例:

[0146] 图 11 是本发明提供的智能天线模拟装置结构图, 如图 11 所示, 该装置包括存储模块 1101、输入模块 1102 和模拟模块 1103。

[0147] 存储模块 1101, 存储实际测得的智能天线阵的每个端口的幅度图信息和相位图信息, 其中, 所述幅度图信息和所述相位图信息是通过将所述智能天线阵的相位中心与微波暗室的相位中心重合, 并保持当前被测量端口以外的端口接匹配阻抗进行测量得到的。

[0148] 输入模块 1102, 分别接收输入智能天线阵的各个端口的幅度值和相位值。

[0149] 模拟模块 1103, 将输入各个端口的幅度值和相位值与所测得的相应端口的幅度和相位相乘, 将各个端口的乘积结果相加, 将相加结果的绝对值进行平方, 用所得平方值模拟该智能天线阵的实际功率输出值。

[0150] 第四实施例:

[0151] 图 12 是本发明提供的智能天线广播波束权值获取装置结构图, 如图 12 所示, 该装置包括存储模块 1201、输入模块 1202、模拟模块 1203 和评估模块 1204。

[0152] 存储模块 1201, 存储实际测得的智能天线阵的每个端口的幅度图信息和相位图信息, 其中, 所述幅度图信息和所述相位图信息是通过将所述智能天线阵的相位中心与微波暗室的相位中心重合, 并保持当前被测量端口以外的端口接匹配阻抗进行测量得到的。

[0153] 输入模块 1202, 分别接收输入智能天线阵的各个端口的广播波束权值。

[0154] 模拟模块 1203, 将输入各个端口的广播波束权值与所测得的相应端口的幅度和相位相乘, 将各个端口的乘积结果相加, 将相加结果的绝对值进行平方, 用所得平方值模拟该智能天线阵的实际功率输出值, 并将该模拟的实际功率输出值发给评估模块 1204。

[0155] 评估模块 1204, 将输入智能天线阵各个端口的广播波束权值发给输入模块 1202, 接收模拟模块 1203 模拟出的实际功率输出值, 比较模拟的实际功率输出值与目标功率输出值, 在二者的差异不满足第一预定条件时, 更新广播波束权值, 将更新的广播波束权值发给输入模块 1202, 在二者的差异满足第二预定条件时, 将相应的广播波束权值确定为获取的广播波束权值。

[0156] 其中, 评估模块 1204 还可判断模拟的实际功率输出值与目标功率输出值的方差是否小于第一预定值, 如果小于, 则更新广播波束权值。

[0157] 评估模块 1204 还可记录各次模拟的实际功率输出值与目标功率输出值的方差中最小的方差,以及该最小的方差对应的广播波束权值,判断该最小的方差在各次模拟所对应的方差中保持最小的次数是否达到第二预定值,若是,将该最小的方差对应的广播波束权值确定为获取的广播波束权值,若否,更新广播波束权值。

[0158] 评估模块 1204 还可在当前广播波束权值的基础上,随机地加上或者减去所述广播波束权值的更新步长,将所得结果作为更新的广播波束权值。

[0159] 评估模块 1204 还可判断更新的广播波束权值是否在预定范围内,若是,将更新的广播波束权值发给输入模块 1202,若否,重新更新广播波束权值。

[0160] 以上所述,仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

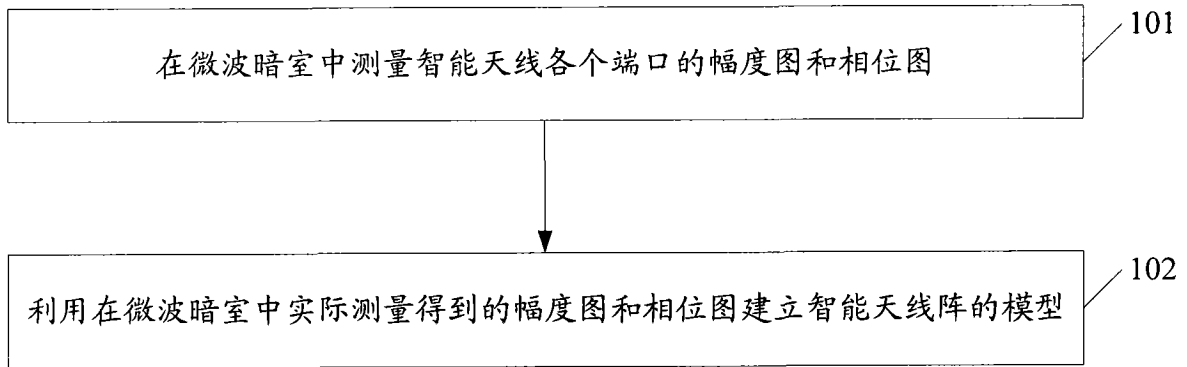


图 1

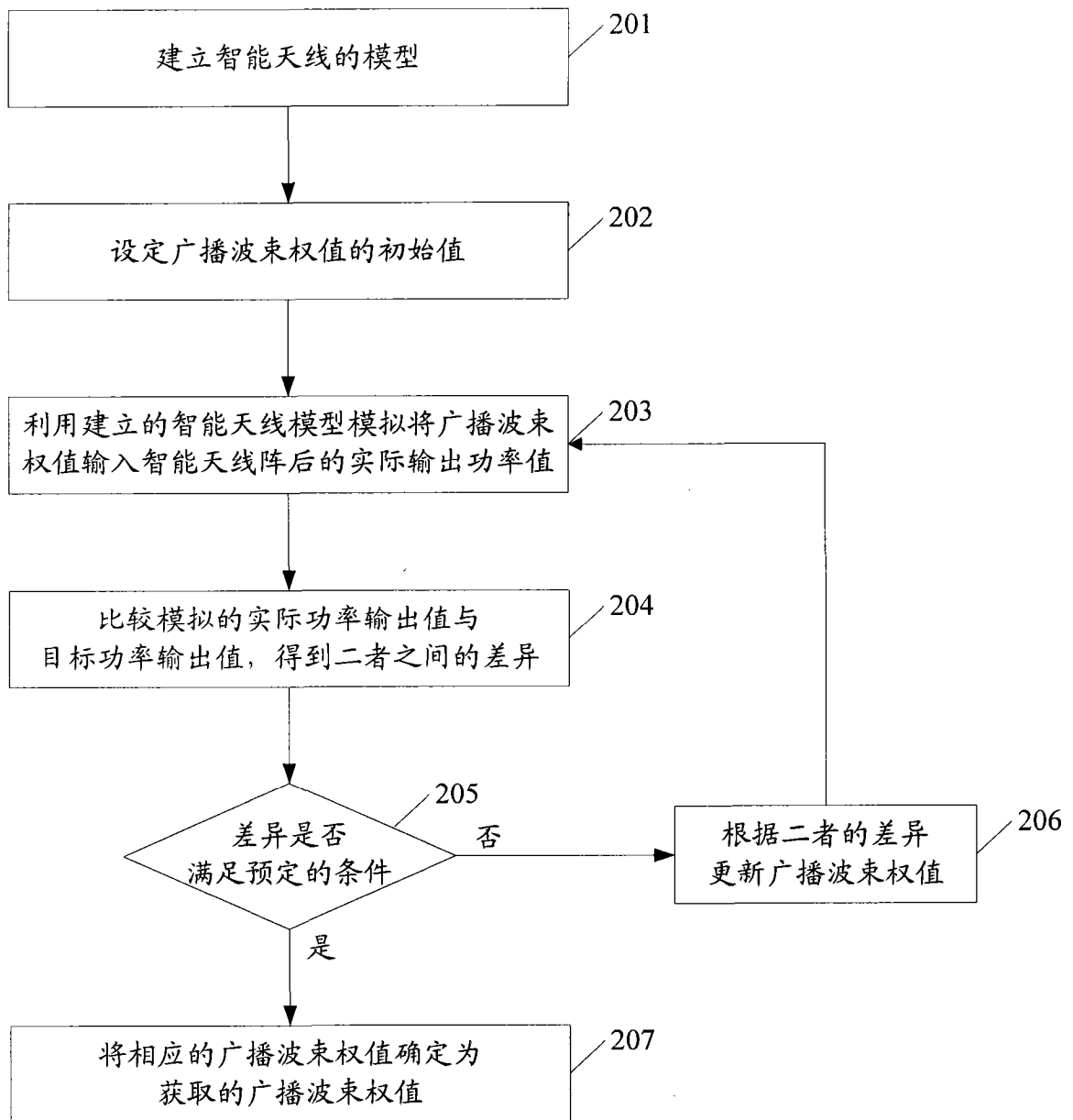


图 2

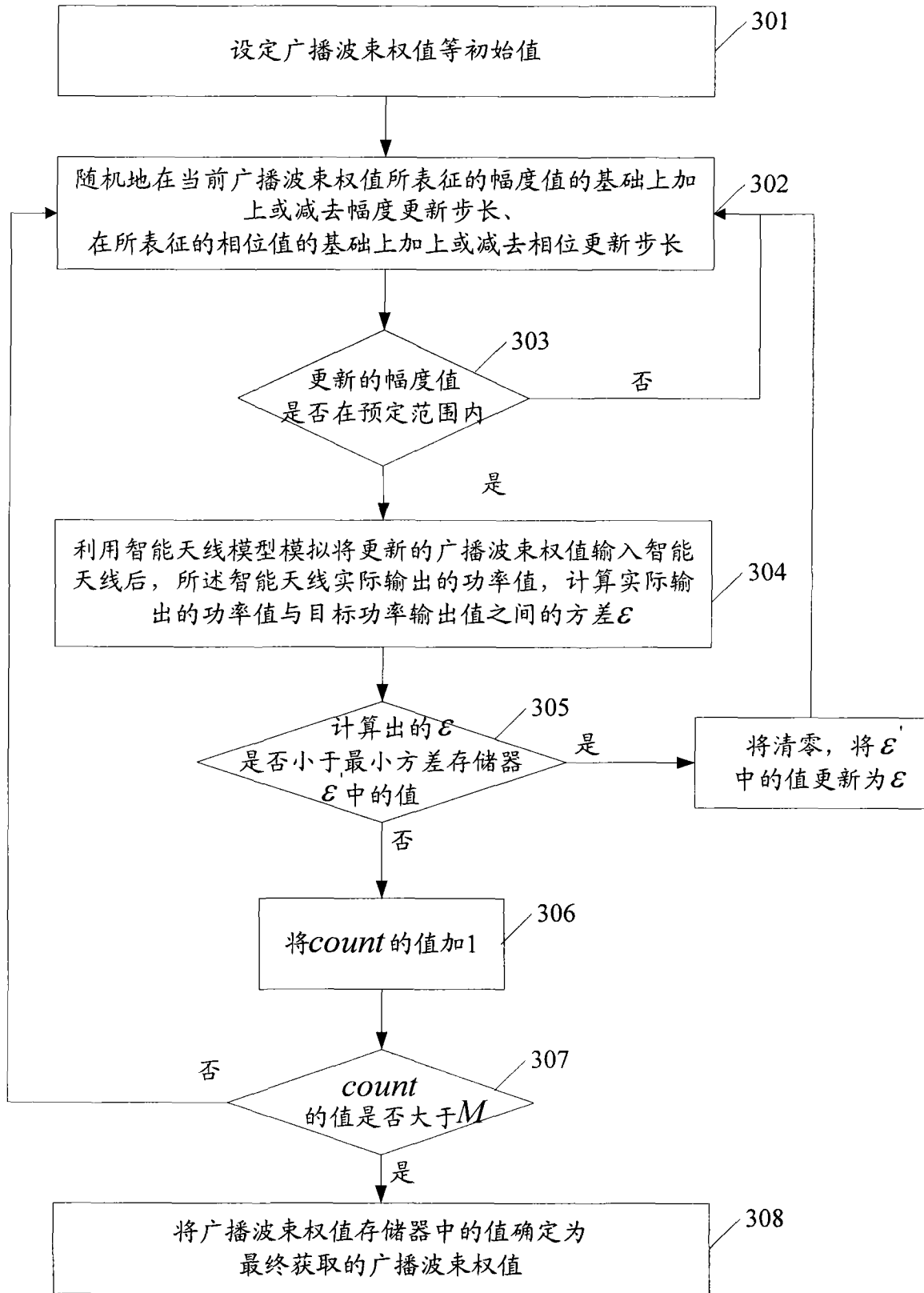


图 3

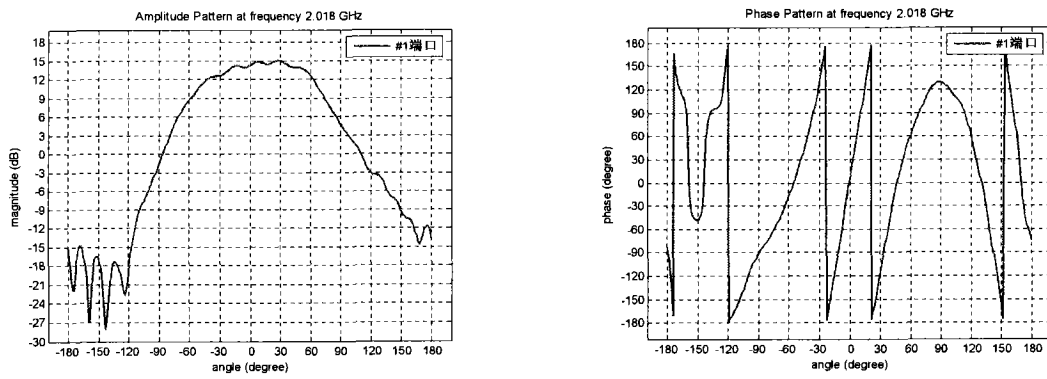


图 4

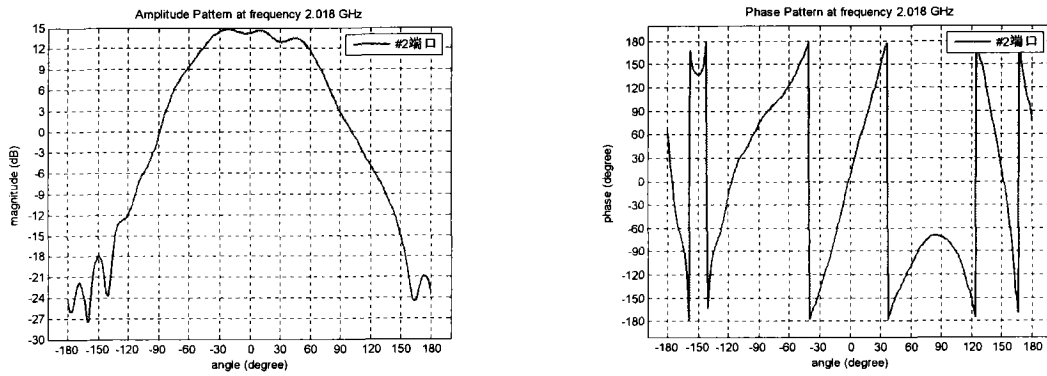


图 5

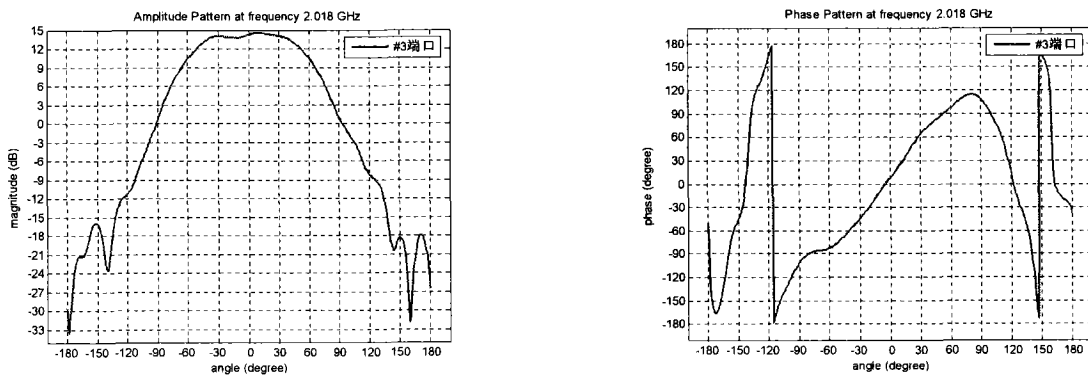


图 6

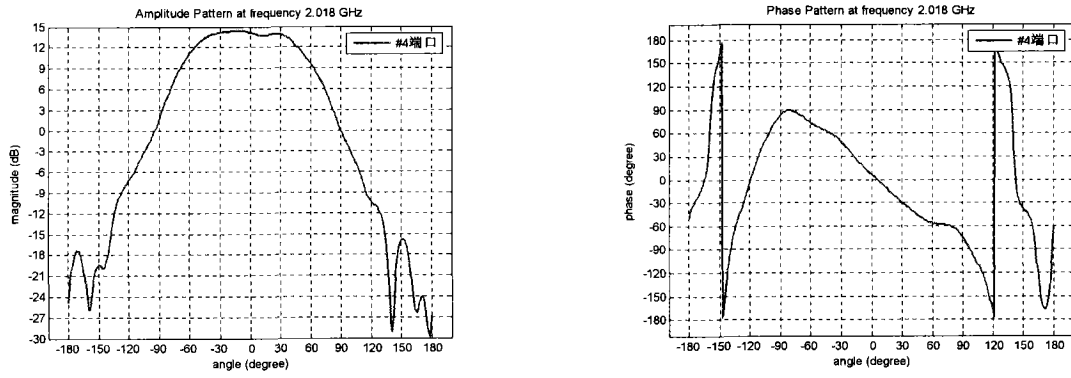


图 7

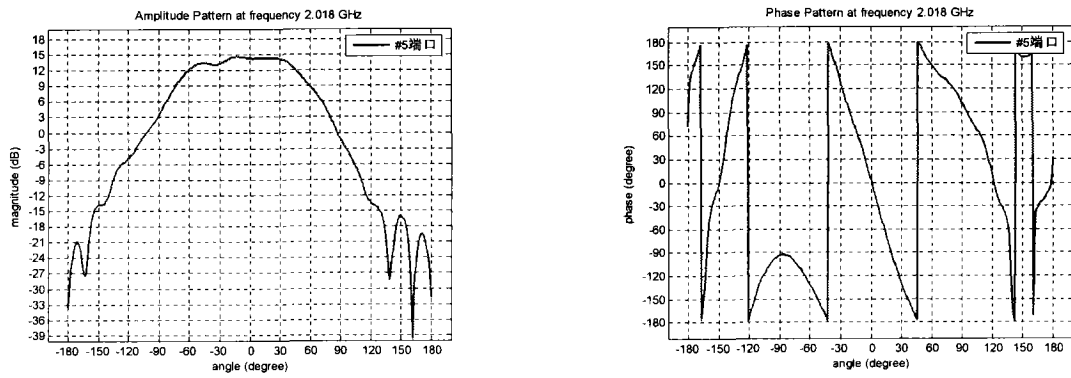


图 8

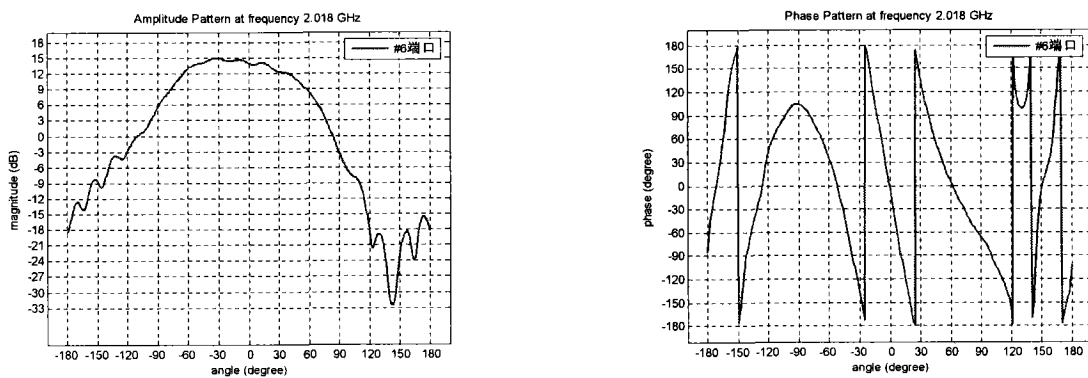


图 9

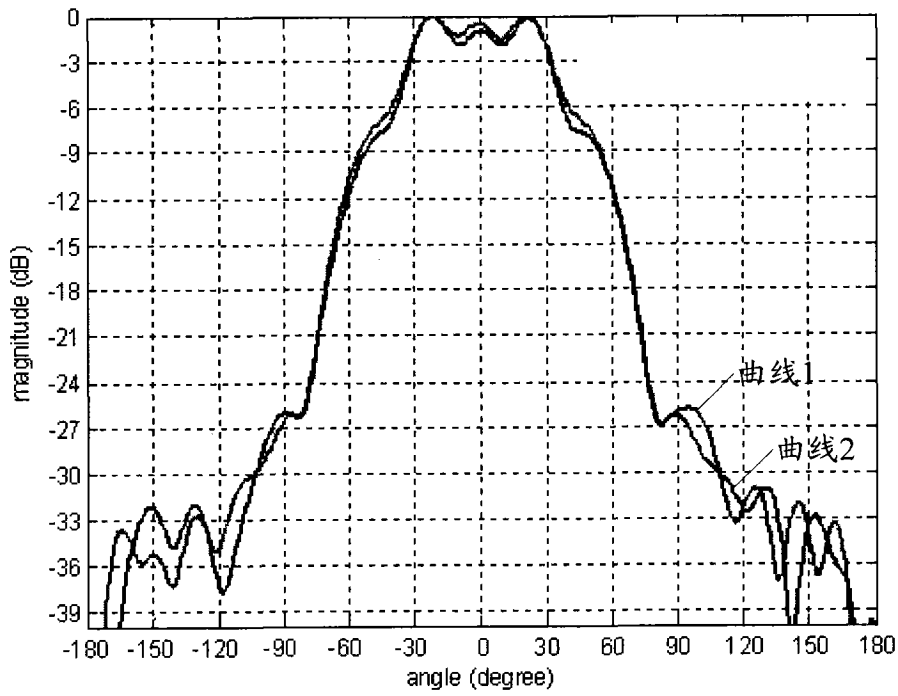


图 10

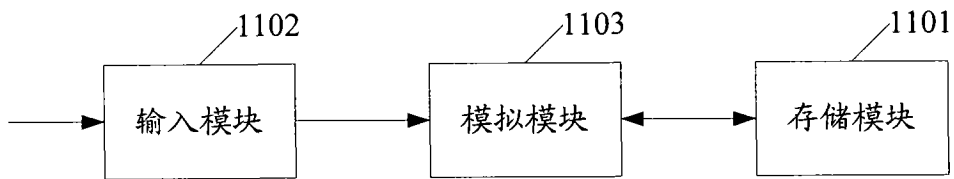


图 11

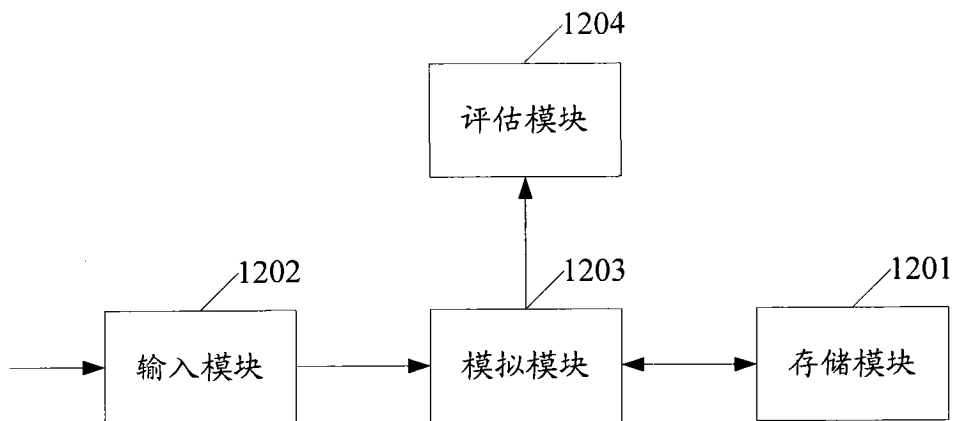


图 12