

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610113054.4

[51] Int. Cl.

H04L 5/14 (2006.01)

H04B 1/10 (2006.01)

H04B 1/12 (2006.01)

H04B 1/707 (2006.01)

[43] 公开日 2008年3月12日

[11] 公开号 CN 101141235A

[22] 申请日 2006.9.8

[21] 申请号 200610113054.4

[71] 申请人 北京大学

地址 100871 北京市海淀区颐和园路5号

[72] 发明人 焦秉立 李建业

[74] 专利代理机构 北京君尚知识产权代理事务所  
代理人 邵可声

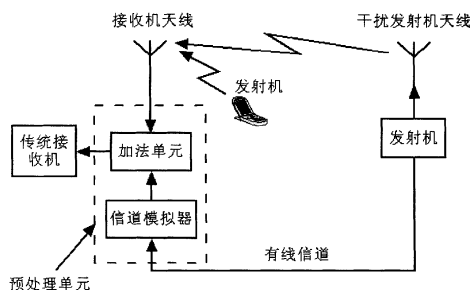
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

## [54] 发明名称

一种适用于同频同时隙双工的干扰消除方法

## [57] 摘要

本发明提供了一种干扰消除技术，使无线通信上下行链路能工作在同一频率和同一时隙，从而提高频谱利用率。当上下行信道同频、同时隙的情况下，下行链路对上行链路的干扰表现为本小区基站发射机和邻小区基站发射机对本小区基站接收机的干扰。本发明利用有线连接的方法将干扰信号送给接收机，在接收机中设置一个信号预处理单元，在射频上消除来自空中接口的发射机信号干扰。另外，本发明还提供了一种天线布放原则以减少发射机对接收机直接干扰的功率。本发明的干扰消除方法适用于同频同时隙双工系统，可大大节约频率资源和时间资源。



1. 一种用于同频同时隙双工系统的干扰消除方法，在接收机处设置一个信号预处理单元，利用有线连接将干扰发射机信号传输到该预处理单元进行信号处理，使之与来自空中接口的干扰发射机信号相互抵消，其中所述的干扰发射机包括本小区基站和邻小区基站发射机。
2. 如权利要求 1 所述的干扰消除方法，其特征在于，所述的有线连接是独立微波连接。
3. 如权利要求 1 或 2 所述的干扰消除方法，其特征在于，所述的信号预处理单元利用一个信道模拟器首先估计本地接收机与干扰发射机之间的信道参数或信道参数的相反数，然后利用该信道参数或其相反数的估计值和通过有线信道传送来的干扰发射机信号恢复出接收机收到的干扰信号或其相反数，随后与接收信号相减或相加，即可消除干扰发射机的干扰。
4. 如权利要求 3 所述的干扰消除方法，其特征在于，所述的信道模拟器采用导频辅助的最小均方误差估计方法进行信道估计。
5. 如权利要求 3 所述的干扰消除方法，其特征在于，所述的信道模拟器进行信道估计的方法是：先通过系统协议在时域上设立等间隔的特殊狭窄时隙，在这些特殊时隙中，所有本小区无线终端停止信号发射，相邻干扰发射机除要估计信道的干扰发射机外也停止发射信号，利用接收天线接收到的信号和有线信道传送来的干扰发射信号，就可以估计出信道参数，然后，用同样的方法对其他干扰发射机进行信道估计。
6. 如权利要求 3 所述的干扰消除方法，其特征在于，所述的信道模拟器是自适应 FIR 滤波器或单抽头乘法器。
7. 如权利要求 1 所述的干扰消除方法，其特征在于，所述的信号预处理单元设置在射频电路上。
8. 如权利要求 1 所述的干扰消除方法，其特征在于，尽可能地将接收机天线放置于干扰发射机天线辐射极小点位置上。
9. 如权利要求 8 所述的干扰消除方法，将同一个基站的收发天线垂直排列，上面为发射机天线，下面是接收机天线。

## 一种适用于同频同时隙双工的干扰消除方法

### 技术领域

本发明涉及一种新的干扰消除方法，它属于无线通信领域。

### 背景技术

无线通信系统的一项基本任务是建立无线终端与基站之间的通信链路。数据的传输分为两个方向，即：由基站传往无线终端方向的链路，称为下行链路；由无线终端传往基站方向的链路，称为上行链路。可以实现上行和下行数据传输的系统称为双工系统。现有的双工系统有频分双工和时分双工系统。频分双工系统采用不同的频率传输上行、下行数据从而隔离了上、下行链路之间的干扰。时分双工系统使用相同频率，但不同时间隙来传输以隔离上行、下行链路之间的干扰。上述两种双工方法在隔离上行和下行链路中分别牺牲了频率资源和时间资源。

如果上、下行信道采用同一频率和同一时间隙传输，频谱效率会大大提高。为了实现这一目的，需要建立一种有效的干扰消除技术。

### 发明内容

本发明的目的在于提出了一种适用于同频、同时隙双工的上、下行链路之间的干扰消除技术及一种避免直接干扰的天线布放方法。

本发明的基本思想是利用有线连接（例如：独立微波信道）将干扰信号送至接收机，与空中接口中的干扰信号相互抵消。其技术方案如下所述：

#### 1. 上行链路干扰消除方法

在采用同频和同时隙双工系统中，上行链路将无线终端的信号传往基站，这时的干扰主要来自本小区基站发射机和邻小区基站发射机信号对本基站接收机的干扰。

忽略热噪声干扰，本小区基站接收机接收的信号为无线终端发射信号（上行链路）与本小区基站发射机和邻小区基站发射机信号之和：

$$X(t) = \sum_{i=1}^{N_b} h_i(t) \otimes x_i(t) + \sum_d h_d(t) \otimes y_d(t) \quad (1)$$

上式中  $X(t)$  为基站的接收信号， $x_i(t)$  为本小区内第  $i$  个无线终端发射的信号， $y_d(t)$  为第  $d$  个干扰发射机发射的信号。等号右边第一项为无线终端发射信号；第二项为基站干扰

发射机信号；“ $\otimes$ ”表示数学运算中的卷积； $h_i$ 和 $h_d$ 分别表示第 $i$ 个手机和第 $d$ 个基站发射机空中接口的信道响应函数。公式（1）中的右边第二项是来自空中接口的干扰。这里定义上述基站发射机为干扰发射机。

为了消除上述来自空中接口的干扰，我们在传统接收机处设置一个信号预处理单元（系统如图1所示）。在信号预处理单元与干扰发射机之间建立一个独立信号连接通道，即一个有线连接。利用这个有线连接将干扰发射机信号直接送入信号预处理单元，使之与来自空中接口的干扰信号相互抵消。

由于有线信道与干扰发射机空中接口信道一般存在较大差异，所以在信号预处理单元内需要设置一个信道模拟器。信道模拟器可首先估计本地接收机与干扰发射机之间的信道参数的相反数，该信道估计方法可以使用任何现有的信道估计方法，如：导频辅助的最小均方误差（MMSE）估计等。信道模拟器利用该信道参数相反数的估计值和通过有线信道传送来的干扰发射机发送的信号恢复出接收机端收到的干扰信号的相反数，然后在随后的加法单元中与接收信号相加，即可消除干扰发射机的干扰。信道模拟器也可以估计本地接收机与干扰发射机之间的信道参数，利用该信道参数估计值将有线连接传送来的干扰发射机信号模拟出接收机收到的空中干扰信号，接收机接收到的信号减去信道模拟器的输出信号，即消除了干扰发射机的干扰。

上述信道模拟器的干扰信号的相反数的估计可以由一个自适应FIR滤波器实现（见图2）。当空中接口信道为单径信道时，FIR滤波器可以用一个单抽头的乘法器代替。

考虑到接收机的自动增益控制（AGC）性能、模拟数字转换位数的限制，上述信号预处理单元应首先设置在射频电路中。如果消除不够完全，则再设置一个相同工作原理的数字信号预处理单元，在基带信号上进行进一步消除。

## 2. 天线布放方法

干扰发射机和接收机天线的布放是本发明的另一个要点，在实际系统中，尽可能将接收机天线放置于干扰发射机天线辐射极小点位置上，从而降低干扰发射机信号的接收功率。

图3给出了一个当干扰发射机距离接收机很近的情况下的例子，即在同一个小区内的收、发天线。在图3所示两个鞭式天线中，收发天线垂直排列，上面的为发射机天线，下面是接收机天线。根据辐射定理可知：接收机天线处于发射机天线零辐射的方位角。因此，在没有反射波存在的假设下，发射机对接收机的干扰为零。在反射不可忽略的情况下，由于这种布放避免了直达波的干扰，因此仍然可以有效地降低干扰功率，减少上一节所述信

号预处理单元的工作负担。

当一个基站的发射和接收天线同时工作时，通常由于两根天线距离比较近，发射天线构成了本基站接收机的一个强大干扰源。如上所述，通过使用本发明的天线布放方法，就可以有效降低这种干扰，即使还有剩余的干扰，利用前面所述的干扰消除方法，还可以进一步消除剩余的干扰。本发明的干扰消除方法适用于同频同时隙双工系统，可大大节约频率资源和时间资源。

## 附图说明

图 1 是基站间干扰消除方法示意图；

图 2 是 FIR 滤波器结构示意图；

图 3 是同一个小区内的收、发天线摆放方法示意图。

## 具体实施方式

下面结合附图对本发明进一步详细地说明，但不以任何方式限制本发明的范围。

例举系统如图 1 所示，实施上述干扰消除技术的关键是精确获得信道模拟器中的滤波器参数，将通过有线连接传送来的干扰发射机信号通过信道模拟器变换为与空中接口上干扰信号近似一致，从而利用减法运算，将接收机信号中干扰信号尽可能地完全消除。获得信道参数的方法可以是：先通过系统协议在时域上设立等间隔的特殊狭窄时隙，在这些特殊时隙中，所有本小区无线终端停止信号发射，相邻干扰发射机除要估计信道的干扰发射机外也停止发射信号，利用接收天线接收到的信号和有线信道传送来的干扰发射信号，就可以估计出信道参数，然后，用同样的方法对其他干扰发射机进行信道估计。

不失一般性地，我们首先叙述消除第 1 个基站干扰发射机的方法，即消除公式 (1) 右边第二项当  $d = 1$  时的干扰项。首先，接收机利用一种现有的信道估计方法估计出第 1 个干扰发射机到本地接收机之间的信道参数的相反数，即估计值  $h_1'(t)$  是对  $-h_1(t)$  的估计。

然后将  $h_1'(t)$  与通过有线信道传送来的第一个干扰发射机的发射信号  $y_1(t)$  做卷积，即得到了信道模拟器的输出信号。将信道模拟器的输出与接收机信号输入加法单元得到的输出和为：

$$Z_1(t) = \sum_{i=1}^{N_D} h_i(t) \otimes x_i(t) + \sum_{d \neq 1} h_d(t) \otimes y_d(t) + h_1(t) \otimes y_1(t) + h_1'(t) \otimes y_1(t) \quad (2)$$

我们将公式 (1) 右边第二项拆分为  $d \neq 1$  和  $d = 1$  两项，上式右边第 4 项为信道模拟器输出信号。为使得 (2) 式右边中最后两项之和为零，我们可以采用如下方法。

设计系统协议，在时域上设立等间隔的特殊狭窄时隙，在这些特殊时隙中，所有本小区无线终端停止信号发射，相邻干扰发射机除第一个干扰发射机外也停止发射信号，将此时接收机接收的信号与信道模拟器输出信号相加，并解如下方程：

$$h_1(t) \otimes y_1(t) + h_1'(t) \otimes y_1(t) = 0 \quad (3)$$

得到： $h_1'(t) = -h_1(t)$ 。

将(3)解出的 $h'(t)$ 代入(2)式，则干扰消除完成。这时加法单元输出信号为：

$$Z_1(t) = \sum_{i=1}^{N_D} h_i(t) \otimes x_i(t) + \sum_{d \neq 1} h_d(t) \otimes y_d(t) \quad (4)$$

在实际情况下，由于噪声干扰及信道变化的随机性，通常我们只能得到(3)式的近似解。即：

$$h_1(t) \otimes y(t) + h_1'(t) \otimes y(t) = \delta_1(t) \quad (5)$$

上式中 $\delta_1(t)$ 是一个随时间 $t$ 变化的随机函数，这里称之为剩余干扰。

因此，加法单元输出信号为：

$$Z_1(t) = \sum_{i=1}^{N_D} h_i(t) \otimes x_i(t) + \sum_{d \neq 1} h_d(t) \otimes y_d(t) + \delta_1(t) \quad (6)$$

依此类推，我们可以消除第2个干扰发射机、第3个干扰发射机的干扰信号……，直到消除所以相邻干扰发射机的干扰，最后得到：

$$Z(t) = \sum_{i=1}^{N_D} h_i(t) \otimes x_i(t) + \delta(t) \quad (7)$$

为了抑制剩余干扰的影响，我们可以将CDMA扩频技术用于上、下行信号调制（称之为码分双工），即： $x_i(t)$ 和 $y_d(t)$ 均采用扩频码调制。

对(7)式解扩可以获得最高12-15dB的信号干扰比增益，从而有效克服剩余干扰的影响。

另外，本发明以消除一个基站干扰为例简述的基本工作原理。该方法适用多基站干扰的情况。最后，指出上述原理完全适用于手机自身上下行信道的干扰消除。因此不再重复。

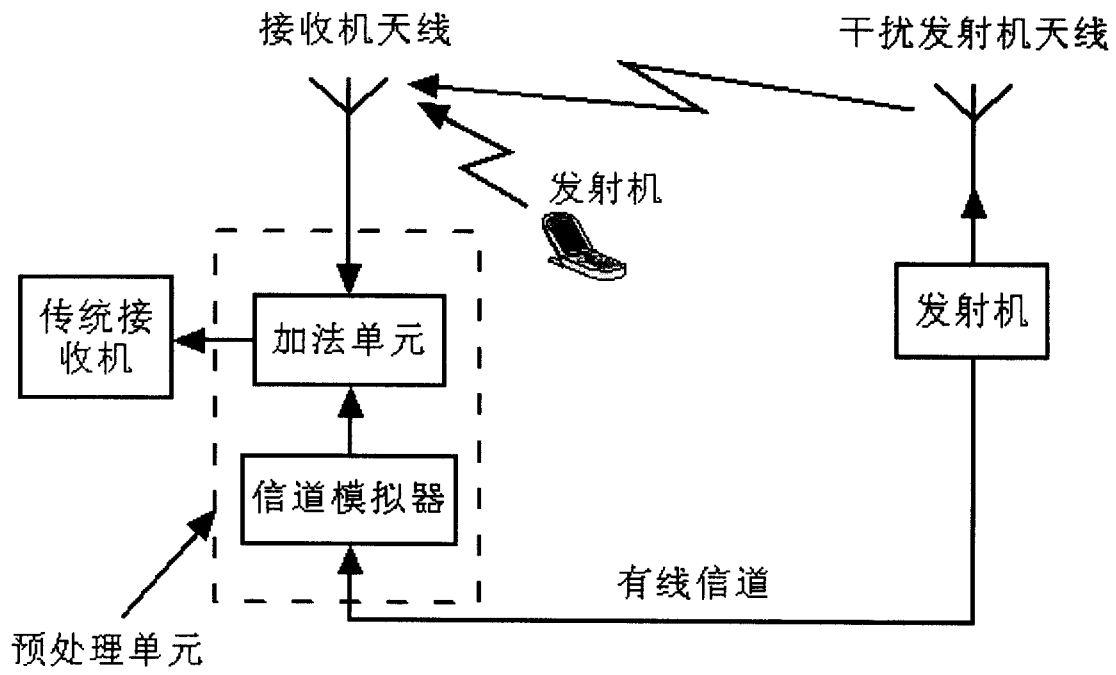


图 1

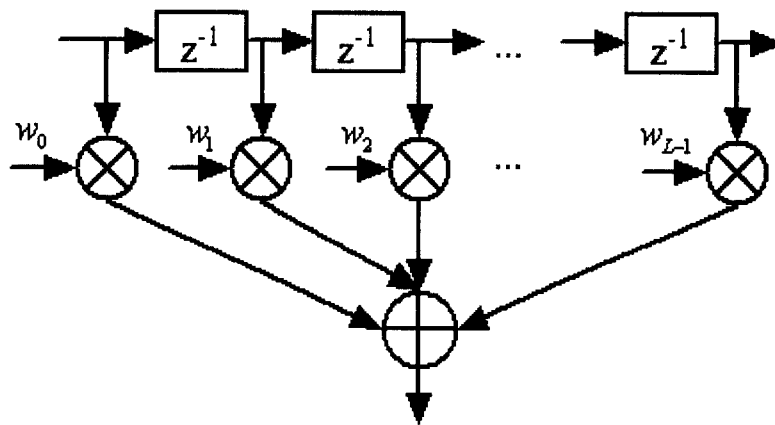


图 2

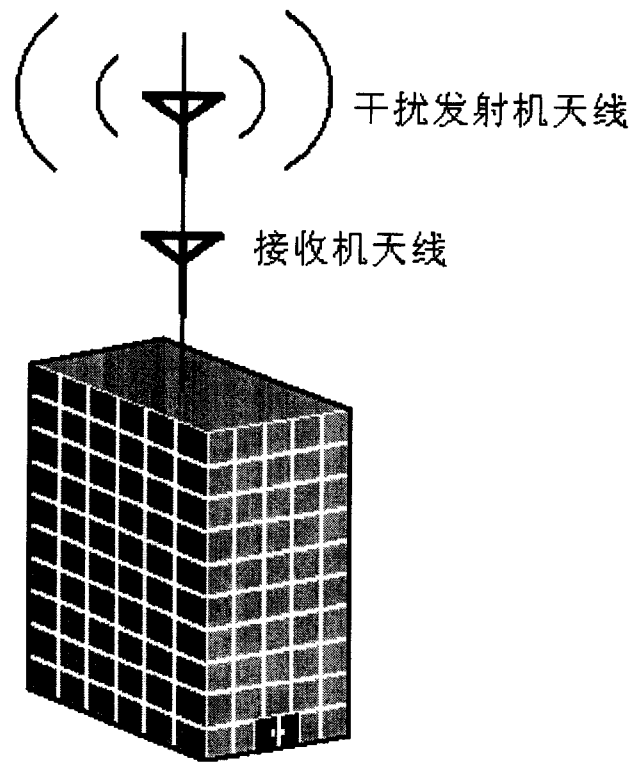


图 3