

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04B 7/005 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710043419.5

[43] 公开日 2007年11月28日

[11] 公开号 CN 101079659A

[22] 申请日 2007.7.4

[21] 申请号 200710043419.5

[71] 申请人 上海华为技术有限公司

地址 200121 上海市浦东新区宁桥路615号

[72] 发明人 陈新 钟华正

[74] 专利代理机构 上海明成云知识产权代理有限公司

代理人 成春荣 竺云

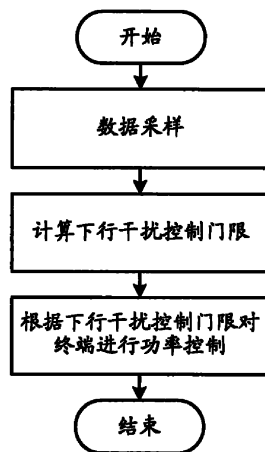
权利要求书4页 说明书18页 附图5页

[54] 发明名称

上、下行功率控制方法及系统

[57] 摘要

本发明涉及无线通信领域，公开了一种上、下行功率控制方法及系统，使得室内通信对室外的干扰能够得以减少。本发明中，根据相邻小区的下行信号采样数据，计算室内小区对应的下行干扰控制门限；根据室内小区的上行信号采样数据，计算室内小区对应的上行干扰控制门限；在进行功控时，对室内小区内的终端进行下行和/或下行发射功率的判决，如果根据功控判决结果确定功控后网络侧对该终端的下行发射功率将大于下行干扰控制门限，则不根据判决结果进行功率调整，而将对该终端的下行发射功率调整到下行干扰控制门限。如果根据功控判决结果确定功控后终端的上行发射功率将大于上行干扰控制门限，则将该终端的上行发射功率调整到上干扰控制门限。



1. 一种下行功率控制方法，其特征在于，包括以下步骤：

根据室内小区的相邻小区的下行信号采样数据，计算该室内小区对应的下行干扰控制门限；

根据功控相关测量值对所述室内小区内的终端进行下行发射功率的功控判决，如果根据功控判决结果确定功控后网络侧对该终端的下行发射功率将大于所述下行干扰控制门限，则对该终端的下行发射功率调整到该下行干扰控制门限。

2. 根据权利要求1所述的下行功率控制方法，其特征在于，如果根据所述功控判决结果确定功控后所述网络侧对所述终端的下行发射功率将小于或等于所述下行干扰控制门限，则根据该功控判决结果调整所述网络侧对该终端的下行发射功率。

3. 根据权利要求1所述的下行功率控制方法，其特征在于，所述采样数据是在所述室内小区中与所述相邻小区交叠或相邻的位置上采样得到的；

所述位置至少包括以下之一：室内小区门口预定范围内、室内小区窗口预定范围内。

4. 根据权利要求3所述的下行功率控制方法，其特征在于，所述采样数据至少包括所述相邻小区的接收信号功率。

5. 根据权利要求4所述的下行功率控制方法，其特征在于，所述根据所述采样数据计算所述室内小区对应的下行干扰控制门限的步骤包括以下子步骤：

根据至少一个所述相邻小区的至少一个接收信号功率计算平均接收信号功率；

将所述平均接收信号功率加上偏置值,得到所述室内小区对应的下行干扰控制门限。

6. 根据权利要求5所述的下行功率控制方法,其特征在于,所述偏置值的范围为5dB至6dB。

7. 一种上行功率控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

根据室内小区的上行信号采样数据,计算该室内小区对应的上行干扰控制门限;

接收所述室内小区内终端上报的该终端的实际上行发射功率;

根据功控相关测量值对所述室内小区内的终端进行上行发射功率的功控判决,如果根据功控判决结果确定功控后所述终端的实际上行发射功率将大于所述上行干扰控制门限,则将该终端的实际上行发射功率调整到该上行干扰控制门限。

8. 根据权利要求7所述的上行功率控制方法,其特征在于,如果根据所述功控判决结果确定功控后所述终端的实际上行发射功率将小于或等于所述上行干扰控制门限,则根据该功控判决结果调整该终端的上行发射功率。

9. 根据权利要求7所述的上行功率控制方法,其特征在于,所述采样数据是在所述室内小区中与相邻小区交叠或相邻的位置上采样得到的;

所述位置至少包括以下之一:室内小区门口预定范围内、室内小区窗口预定范围内。

10. 根据权利要求9所述的上行功率控制方法,其特征在于,所述采样数据至少包括终端在所述室内小区中与相邻小区交叠的至少两个不同位置上的至少两个实际上行发射功率。

11. 根据权利要求10所述的上行功率控制方法,其特征在于,所述根

据采样数据计算所述室内小区对应的上行干扰控制门限的步骤包括以下子步骤:

根据所述至少两个位置上的至少两个实际上行发射功率,计算终端的平均上行发射功率,将该平均上行发射功率作为该室内小区对应的上行干扰控制门限。

12. 一种下行功率控制系统,其特征在於,包括:

计算单元,用于根据室内小区的相邻小区的下行信号采样数据,计算该室内小区对应的下行干扰控制门限;

功控单元,用于根据功控相关测量值对所述室内小区内的终端进行下行发射功率的功控判决和功率调整;

判断单元,用于根据所述功控单元的功控判决结果,判断功控后网络侧对所述终端的下行发射功率是否将大于所述下行干扰控制门限,如果是,则指示所述功控单元将对该终端的下行发射功率调整到该下行干扰控制门限。

13. 根据权利要求 12 所述的下行功率控制系统,其特征在於,所述判断单元还用于,在根据所述功控单元的功控判决结果,确定功控后所述网络侧对所述终端的下行发射功率将小于或等于所述下行干扰控制门限时,指示所述功控单元根据该功控判决结果调整所述网络侧对该终端的下行发射功率。

14. 根据权利要求 12 所述的下行功率控制系统,其特征在於,所述采样数据是在所述室内小区中与所述相邻小区交叠的位置上采样得到的,所述采样数据至少包括所述相邻小区的接收信号码功率,所述计算单元包括以下子单元:

求平均子单元,用于根据至少一个所述相邻小区的至少一个接收信号码功率计算平均接收信号码功率;

干扰控制门限计算子单元，用于将所述平均接收信号功率加上偏置值，得到所述室内小区对应的下行干扰控制门限。

15. 根据权利要求 14 所述的下行功率控制系统，其特征在于，所述偏置值的范围为 5dB 至 6dB。

16. 一种上行功率控制系统，其特征在于，包括：

计算单元，用于根据室内小区的上行信号采样数据，计算该室内小区对应的上行干扰控制门限；

功率接收单元，用于接收所述小区内终端上报的该终端的实际上行发射功率；

功控单元，用于根据功控相关测量值对所述小区内的终端进行上行发射功率的功控判决和功率调整；

判断单元，用于根据所述功控单元的判决结果和所述功率接收单元收到的所述终端的实际上行发射功率，判断功控后所述终端的实际上行发射功率是否将大于所述上行干扰控制门限，如果大于则指示所述功控单元将该终端的实际上行发射功率调整到该上行干扰控制门限。

17. 根据权利要求 16 所述的上行功率控制系统，其特征在于，所述采样数据是在所述室内小区中与相邻小区交叠的位置上采样得到的，所述采样数据至少包括终端在所述室内小区中与相邻小区交叠的至少两个不同位置上的至少两个实际上行发射功率，所述计算单元计算上行干扰控制门限的方式为：

根据所述至少两个位置上的至少两个实际上行发射功率，计算终端的平均上行发射功率，所述室内小区对应的上行干扰控制门限等于该平均上行发射功率。

上、下行功率控制方法及系统

技术领域

本发明涉及无线通信领域，特别涉及功率控制技术。

背景技术

码分多址（Code Division Multiple Access，简称“CDMA”）通信系统在移动通信中占有举足轻重的地位，特别在第三代移动通信（The Third Generation，简称“3G”）中，较为成熟的三大标准都属于 CDMA 的范畴。在 CDMA 系统中，因为所有用户都共有相同的频率，相互之间的干扰问题突出，因此功率控制非常关键。无论是上行链路还是下行链路，将发射功率保持在能满足通信质量要求的最小功率水平是非常必要的，因为功率过小会导致用户对通信质量不满，而功率太大会降低通信系统运营效率。

现有技术一般有两种功率控制方法：开环功率控制和闭环功率控制。

其中，开环功率控制主要用于确定用户的初始发射功率，或用户接收信号码功率发生突变时的发射功率调节。系统实际的干扰和功率控制的效果决定于闭环功率控制，闭环功率控制又包括外环功率控制和内环功率控制。

3GPP 规定的功控机制如图 1 所示，包括外环功率控制和内环功率控制。“外环功控”的目标是根据业务需要，及时调整目标信噪比（Signal to Interference Ratio，简称“SIR”）值，使得各种业务在达到该目标 SIR 的情况下，能够有较小的误块率（Block Error Rate，简称“BLER”），保证业务质量。“内环功控”的目标是根据调整后的目标 SIR 值，及时调整功率，使得信噪比基本恒定。

内环功率控制又包括上行功率控制和下行功率控制。对于上行功率控制，基站检测本基站与终端之间的上行链路的 SIR，得到 SIR 测量值，基站根据来自无

线网络控制器（Radio Network Controller，简称“RNC”）的目标 SIR 和本地的 SIR 测量值进行功率控制，向终端发送内环功控命令 TPC_CMD， $TPC_CMD = f\{C1, C2, C3, \dots, C_m\}$ 。其中 C1、C2、C3、..分别表示终端与基站间的一条无线连接对应的功控命令，最终的功控命令是每条链路收到命令的函数。每条功控命令产生的机制是：

当测量到的 SIR 小于目标 SIR 时，发送内环控制命令指示终端将上行发射功率提升一个步长，即在 $SIR_{\text{测量}} < SIR_{\text{目标}}$ 时， $C_i = +1$ 。

当测量到的 SIR 大于目标 SIR 时，发送内环控制命令指示终端将上行发射功率降低一个步长，即在 $SIR_{\text{测量}} > SIR_{\text{目标}}$ 时， $C_i = -1$ 。

对于下行功率控制，由终端对下行链路的 SIR 进行测量，并上报 SIR 测量值，基站根据来自 RNC 的目标 SIR 和终端上报的 SIR 测量值进行功率控制，指示本基站提升或降低下行发射功率，具体的判断和指示的原理与上行功率控制相类似。

功控可以达到的效果是：各种业务条件下，基站检测到的上行 SIR 和终端上报的下行 SIR 均收敛到对应的目标 SIR。

在上述功控过程中发射功率的变化如图 2 所示。其中 P_{max} 表示小区允许的最大功率， P_{min} 表示小区允许的最小功率， P_{1c} 表示处于小区边缘的终端的发射功率收敛值， P_{2c} 表示靠近基站的终端的发射功率收敛值， $T'c$ 表示靠近基站的终端的功率收敛时间， $T''c$ 表示处于小区边缘的终端的功率收敛时间。

可见，处于小区边缘的终端和基站附近的终端最终的发射功率均能控制在小区允许的功率范围内，图 2 中，小区允许的功率范围 = $P_{\text{max}} - P_{\text{min}}$ ，该值并不随终端的位置发生变化，是预先通过参数确定的。

本发明的发明人发现，现有的功控算法虽然能够适用于 3G 的一般网络情况，但是，在一些特别场景，如已经安装室内覆盖系统的大楼，存在室内小区对室外小区干扰过大的问题，如图 3 所示。

具体地说,由于功率在传输过程中必然存在的衰弱,使得不同终端之间功率收敛的值存在较大区别,处于小区边缘或在覆盖不好的区域的终端,经过功控后收敛到的发射功率通常较大,如图2中P1c;处于基站覆盖中心或覆盖条件较好的区域的终端,经过功控后收敛到的发射功率通常较小,如图2中的P2c。由于P1c和P2c均在小区允许的功率范围内,因此在功率控制中不会对其进行限制。然而,对于在大楼内部设置的小基站、分布式天线系统或无线接入点(Access Point,简称“AP”)的室内小区,其小区边缘部分为与室外小区相邻,在这部分相邻的区域中,如果终端的发射功率过高,会对室外小区产生干扰,尤其是高楼情况下,对室外网络的干扰将更大,可能造成室外服务小区的收缩,如图3所示。

下面根据实际宽带码分多址(Wideband Code Division Multiple Access,简称“WCDMA”)网络测试经验,选择一个室外场景测试室内覆盖信号外泄对室外信号覆盖的干扰影响。在该试验中室内分布系统安装在8层楼机房。

测试用例中包括室内导频功率不变、增加3dB、减小3dB等情况下对室外小区进行测试,得到室外马路上测试数据统计结果。分析表明:

1、室内小区导频功率变化3dB,室外小区的 E_c (每码片的接收能量)变化1.2到1.7dB, E_c/I_0 (每码片的接收能量与噪声功率谱密度的比值)变化0.3到0.5dB。也就是说,室内小区导频功率增加3dB时,室外小区的 E_c 将降低1.2到1.7dB, E_c/I_0 将降低0.3到0.5dB。

2、改变(增加和减小)室内覆盖小区导频功率3dB时,软切换比例变化明显,室内环境软切换比例平均变化89.2%,室外环境软切换比例平均变化45%。可见室内小区导频功率的增加会导致室内小区和室外小区软切换的大量增加,占用大量小区资源,且软切换的过程中容易产生掉话等影响用户体验的现象。

3、在室外5米处,室外小区导频功率 E_c 均值比室内泄漏输出的导频功率高5dB,可以控制的软切换比例在30%左右;可见,室内小区对室外小区的影响范

围较大。

4、室内小区导频功率比穿透入内的室外导频高 10dB，可以控制软切换比例在 30%左右。

从该测试用例可以看出，安装室内分布系统的楼房越高、大楼越密集，室内对室外的干扰将越大。

发明内容

本发明实施方式要解决的主要技术问题是提供一种上、下行功率控制方法及系统，使得室内通信对室外的干扰能够得以减少。

为解决上述技术问题，本发明的实施方式提供了一种下行功率控制方法，包括以下步骤：

根据室内小区的相邻小区的下行信号采样数据，计算该室内小区对应的下行干扰控制门限；

根据功控相关测量值对室内小区内的终端进行下行发射功率的功控判决，如果根据功控判决结果确定功控后网络侧对该终端的下行发射功率将大于下行干扰控制门限，则将对该终端的下行发射功率调整到该下行干扰控制门限。

本发明的实施方式还提供了一种上行功率控制方法，包括以下步骤：

根据室内小区的上行信号采样数据，计算该室内小区对应的上行干扰控制门限；

接收室内小区内终端上报的该终端的实际上行发射功率；

根据功控相关测量值对室内小区内的终端进行上行发射功率的功控判决，如果根据功控判决结果确定功控后终端的实际上行发射功率将大于上行干扰控制门限，则将该终端的实际上行发射功率调整到该上干扰控制门限。

本发明的实施方式还提供了一种下行功率控制系统，包括：

计算单元，用于根据室内小区的相邻小区的下行信号采样数据，计算该室内小区对应的下行干扰控制门限；

功控单元，用于根据功控相关测量值对室内小区内的终端进行下行发射功率的功控判决和功率调整；

判断单元，用于根据功控单元的功控判决结果，判断功控后网络侧对终端的下行发射功率是否将大于下行干扰控制门限，如果是，则指示功控单元将该终端的下行发射功率调整到该下行干扰控制门限。

本发明的实施方式还提供了一种上行功率控制系统，包括：

计算单元，用于根据室内小区的上行信号采样数据，计算该室内小区对应的上行干扰控制门限；

功率接收单元，用于接收小区内终端上报的该终端的实际上行发射功率；

功控单元，用于根据功控相关测量值对小区内的终端进行上行发射功率的功控判决和功率调整；

判断单元，用于根据功控单元的判决结果和功率接收单元收到的终端的实际上行发射功率，判断功控后终端的实际上行发射功率是否将大于上行干扰控制门限，如果大于则指示功控单元将该终端的实际上行发射功率调整到该上行干扰控制门限。

本发明实施方式与现有技术相比，主要效果在于：在室内小区周围存在室外邻区的情况下，能够将该室内小区内终端收到的下行功率、以及该终端的上行发射功率控制在一个更合适的范围内，减小室内通信对室外的干扰。另外，由于计算得到的上、下行干扰控制门限是独立针对一个室内小区的，根据具体环境的不同每个室内小区对应的门限可能不同，使得功率控制能够

完全结合环境，以便将功率控制的效果提升到最好。

附图说明

图 1 是现有技术中的功率控制示意图；

图 2 是现有技术中的功率控制下的信号变化示意图；

图 3 是根据现有技术中室内小区信号对室外小区信号的干扰示意图；

图 4 是根据本发明第一实施方式的下行功率控制方法原理示意图；

图 5 是根据本发明第一实施方式的下行功率控制方法流程图；

图 6 是根据本发明第一实施方式的下行功率控制方法中室内、室外衰耗与距离的变化关系示意图；

图 7 是根据本发明第二实施方式的上行功率控制方法原理示意图；

图 8 是根据本发明第二实施方式的上行功率控制方法流程图；

图 9 是根据本发明第三实施方式的下行功率控制系统结构图；

图 10 是根据本发明第四实施方式的上行功率控制系统结构图。

具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明的实施方式作进一步地详细描述。

本发明第一实施方式涉及一种下行功率控制方法，适用于室内小区的功控。本实施方式主要包括三个部分，如图 4 所示：一、由检测终端在该室内小区对相邻小区下行信号进行数据采样，并将采样数据发送给室内小区的基站。二、基站根据室内小区的相邻小区的下行信号采样数据，计算该小区对应的下行干扰控制门限；三、对该室内小区内的终端进行下行发射功率的功控判决，如果

根据功控判决结果确定功控后基站对该终端的下行发射功率将大于下行干扰控制门限，则将对该终端的下行发射功率调整到该下行干扰控制门限。

从而在室内小区周围存在室外小区的情况下，将该室内小区内终端收到的下行功率控制在一个更合适的范围内，减小室内通信对室外的干扰。上述室内小区的基站也可以是分布天线系统控制设备、小基站、直放站或 AP 等设备，上述的功控判决包括但不限于现有的开环功控的判决、闭环功控的判决、内环功率的判决、外环功率的判决。

在本实施方式中将第一、第二部分统称为训练下行干扰控制门限。下行干扰控制门限的训练通常在系统开始提供正常业务之前，如可以在基站上电开通后，进行调试时进行。另外，可以在 RNC 中为该部分设置一个开关，对该部分功能进行控制，在需要时打开该开关，开始进行下行干扰控制门限的训练，若开关不打开，则下行干扰控制门限训练功能不起作用。

下面首先对第一部分——数据采样进行说明。在该部分中，由检测终端在该室内小区对相邻小区下行信号进行数据采样，并将采样数据发送给室内小区的基站。具体地说，检测终端可以在靠近窗口、门、或其它受室外小区干扰较大的位置进行数据采样。所采样的数据包括相邻小区的接收信号码功率 (P_{RSCP})，还可以包括本小区及相邻小区的 E_c/I_o 。

假设该室内小区有 n 个相邻小区，则检测终端所采样的数据为：

该室内小区： $(P_{RSCP})_{local}$ ， $(E_c/I_o)_{local}$ ，

相邻小区 1： $(P_{RSCP})_1$ ， $(E_c/I_o)_1$

相邻小区 2： $(P_{RSCP})_2$ ， $(E_c/I_o)_2$

.....

相邻小区 n ： $(P_{RSCP})_n$ ， $(E_c/I_o)_n$

检测终端将这些采样数据发送给室内小区的基站。需要说明的是，在本步骤

中，采样数据的多少，可以根据实际情况选择，可以尽可能多地进行采样，也可以适当减少。

在获得采样数据后，进入第二部分——基站根据检测终端上报的采样数据计算下行干扰控制门限。具体地说，基站首先根据各相邻小区的接收信号码功率计算平均接收信号码功率，即 $(P_{RSCP})_{AVG} = \frac{1}{n} \{ (Prscp)1 + (Prscp)2 + \dots + (Prscp)n \}$ ；接着，将该平均接收信号码功率加上偏置值，得到该小区对应的下行干扰控制门限 P_{Thr_DL} 。这里的偏置值通常在 5dB 至 6dB 的范围内。假设在本实施方式中取 6dB，则 $P_{Thr_DL} = (P_{RSCP})_{AVG} + 6dB$ 。

该公式存在两种含义，在平均接收信号码功率大于本室内小区接收信号码功率时，即 $(P_{RSCP})_{AVG} > (P_{RSCP})_{local}$ 时，上述公式相当于 $P_{Thr_DL} = (P_{RSCP})_{local} + | (P_{RSCP})_{local} - (P_{RSCP})_{AVG} | + 6dB$ ，也就是说，先对本小区接收信号码功率进行补足，在补足至平均接收信号码功率的情况下，再增加 6dB，从而使得基站对室内终端的发射功率比室外小区的平均接收信号码功率高 6dB，此时，室内对室外的干扰较小。在平均接收信号码功率小于本小区接收信号码功率时，即 $(P_{RSCP})_{AVG} < (P_{RSCP})_{local}$ 时， $P_{Thr_DL} = (P_{RSCP})_{AVG} + 6dB$ ，也就是说，直接将基站对本室内小区终端的下行发射功率控制在室外小区平均接收信号码功率加 6dB 的范围内，使得室内对室外的干扰较小。

由于计算得到的下行干扰控制门限是独立针对一个室内小区的，根据具体环境的不同每个室内小区对应的门限可能不同，使得功率控制能够完全结合环境，以便将功率控制的效果提升到最好。

在计算得到下行干扰控制门限后，进入第三部分——根据该门限对驻留在该室内小区的终端进行下行功率控制，具体如图 5 所示。

在步骤 510 中，按照现有技术，根据功控相关测量值（如 SIR、终端的接收功率等）对驻留在该室内小区的终端进行下行发射功率的功控判决，包括现有的开环、闭环功控、内环功率、外环功率的判决中的任意一种。

在步骤 520 中,对当前的功控判决结果进行判断,如果当前的功控判决结果为上调基站对该终端的下行发射功率,且上调后的下行发射功率大于下行干扰控制门限,则进入步骤 530;反之,如果当前的功控判决结果为下调基站对该终端的下行发射功率,或者,功控判决结果为上调基站对该终端的下行发射功率,但上调后的下行发射功率小于或等于下行干扰控制门限,则进入步骤 540。

在步骤 530 中,将基站对该终端的下行发射功率调整到该下行干扰控制门限。

在步骤 540 中,根据该功控判决结果调整基站对该终端的下行发射功率。

由于该下行干扰控制门限为平均接收信号功率加上 6dB,从而基站对室内小区终端的下行发射功率最大仅可能比室外小区中终端平均接收到的下行发射功率(即平均接收信号功率)大 6dB,根据仿真结果可以得知,在此情况下室内终端能够完成通信,且对室外小区的干扰将在距室内 1 米的范围内,从而将室内小区通信对室外小区的干扰减到最小。

具体地说,包括以下几种情况:

1、在进行通信的终端处于室内小区覆盖范围内靠近室外的区域(如窗、门、阳台等处),且室外信号较好的情况下(即室外小区同样有终端在进行通信),基站对室内终端的下行发射功率比室外终端平均收到的下行发射功率高 6dB,此时可以保证对于处于室内的终端而言,室内小区为主导小区,不会影响其通信,而 6dB 的差值又能够确保从室内泄漏到室外的信号为弱干扰信号,不会对室外小区产生影响。

2、在进行通信的终端处于室内小区覆盖范围内靠近室外的区域,且室外信号很弱的情况下,基站对室内终端的下行最大发射功率比室外终端平均收到的下行功率高 6dB,因此在保证室内小区用户的性能的同时,泄漏到室外的信号是有限的,根据仿真得知可以将干扰的影响控制在距室内小区 1 米的范围内,不会造成室外小区服务范围的明显收缩。

3、在进行通信的终端处于室内小区良好覆盖区域的情况下，其下行发射功率自然较小，室内小区可以直接根据现有的功控算法（即功控判决结果）对其进行控制，不会形成对室外网络产生干扰。

可见本实施方式在各种场景下，均能确保室内通信对室外小区的干扰达到最小。

需要说明的是，上述的 6dB 只是一个具体的例子，在具体的应用中，由于不同的场景所允许的室内小区对室外产生干扰的范围不同，还可以对该 6dB 进行调整，如可以调整为 5dB 或 7dB 等。

下面以两个实例对本实施方式的效果进行验证。

实例一：在室外网络存在通信信号的情况下，计算室内通信对室外网络的干扰，即对下行泄漏出去的干扰信号进行估计。

根据本实施方式的功控算法，室内小区泄漏出的下行信号减去墙体穿透损耗，以及室内外信号的传波规律上的损耗，就是泄漏出去的干扰信号。室内、室外信号的传波规律，即室内、室外衰耗与距离的变化关系，如图 6 所示。图 6 的具体数值对应表 1。

R(m)	L(dB, 室外)	L(dB, 室内)
0.1	-34.21602904	-7
1	-44.21602904	-37
2	-47.226329	-46.03089987
3	-48.98724159	-51.31363764
4	-50.23662895	-55.06179974
5	-51.20572908	-57.96910013
6	-51.99754154	-60.34453751
7	-52.66700944	-62.3529412
8	-53.24692891	-64.09269961
9	-53.75845413	-65.62727528
10	-54.21602904	-67

表 1

室内小区泄漏产生的干扰信号可以用以下公式描述：

下行干扰信号 = $P_{\text{Thr_DL}} - L_{\text{穿透}} - L_{\text{空间}} = P_{\text{Thr_DL}} - 10 - L_{\text{空间}}$ ，其中， $P_{\text{Thr_DL}}$ 为基站对室内终端的最大下行发射功率，即下行干扰控制门限；10dB 为普遍的墙体穿透损耗； $L_{\text{空间}}$ 为信号在室内和室外传波规律上的损耗。

下面根据上述公式，计算室内小区中的通信对距离该室内小区 1 米 (m) 处的室外小区的干扰。假设该室内小区中进行通信的终端距室内天线 2m 处 (处于与室外相连边界区域)，从表 1 可以看出，室外距离外墙 1m 处，传波规律上的衰耗达到 44.2dB，室内距离室内天线 2m 处，传波规律上的衰耗达到 46 dB，墙体损耗为 10dB，根据本实施方式计算得到的室内小区下行干扰控制门限一般为 15dBm，再去除天线辐射效率，室内小区中的通信对距离该室内小区 1m 处的室外小区的干扰信号 = 15dB - 29dB (天线辐射效率) - 46dB (室内衰耗) - 44.2dB (室外衰耗) - 10dB (墙体损耗) = -114.2dB，可见，使用本实施方式，在室外网络存在通信信号的情况下，室内小区通信信号对室外网络影响较小。

场景二：在室外网络不存在信号的情况下，计算室内通信对室外网络的干扰，即对下行泄漏出去的干扰信号进行估计。

同样采用上述公式对距离室内小区 1 米处室内小区中的通信对室外小区的干扰进行计算：下行干扰信号 = $P_{\text{Thr_DL}} - L_{\text{穿透}} - L_{\text{空间}}$ 。其中， $P_{\text{Thr_DL}}$ 为基站对室内终端的最大发射功率，即等于本实施方式中的下行干扰控制门限， $P_{\text{Thr_DL}} = (P_{\text{RSCP}})_{\text{AVG}} + 6\text{dB}$ ；墙体损耗同样为 10dB；在距室内小区 1 米处，根据表 1，室外传波规律上的损耗为 44.2dB；假设室内小区中进行通信的终端处于距室内天线 2 米处 (处于与室外相连边界区域)，根据表 1，室内传波规律上的损耗为 46dB。从而可以得到：

下行干扰信号 = $(P_{\text{RSCP}})_{\text{AVG}} + 6\text{dB} - 46\text{dB}(\text{室内衰耗}) - 44.2\text{dB}(\text{室外衰耗}) - 10\text{dB}(\text{墙体损耗}) = (P_{\text{RSCP}})_{\text{AVG}} - 94.2\text{dB}$ 。

由于此时室外不存在信号覆盖，从而相邻小区的平均接收信号功率为 0，即 $(P_{\text{RSCP}})_{\text{AVG}} = 0$ 。

可见，在室外 1M 处，泄漏输出的干扰信号为 -94.2dBm ，由于干扰信号较小，室外本身没有信号覆盖，对室外的影响可以忽略。可见，本实施方式能够将室外小区的干扰控制在距室内 1 米的范围内。

由于衰耗是互异的，室内基站对室外小区存在干扰的同时，室外基站对室内小区同样存在干扰，但由于一般情况下，室外基站与室内小区之间的距离大于 10 米，本实施方式能够保证室内小区是主导小区，因此影响可以略去。

本发明第二实施方式涉及一种上行功率控制方法，如图 7 所示，在本实施方式中，同样包括数据采样、计算上行干扰控制门限和根据计算得到的门限进行上行功率控制三个部分。

在本实施方式中同样将第一、第二部分统称为训练上行干扰控制门限。上行干扰控制门限的训练通常在系统开始提供正常业务之前，如可以在基站上电开通后，进行调试时进行。可以在 RNC 中为该部分设置一个开关，对该部分功能进行控制，在需要时打开该开关，开始进行上行干扰控制门限的训练，若开关不打开，则上行干扰控制门限训练功能不起作用。

下面首先对第一部分——数据采样进行说明。在该部分中，由检测终端在该室内小区进行上行信号数据采样，并将采样数据发送给室内小区的基站。具体地说，检测终端可以在靠近窗口、门、或其它受室外小区干扰较大的位置进行数据采样。所采样的数据包括检测终端在室内小区的不同位置上的实际上行发射功率。

假设该检测终端在 m 个位置分别采样了 n 个实际上行发射功率值：

$$P_{\text{TX_UE}(1,1)}, P_{\text{TX_UE}(1,2)} \dots P_{\text{TX_UE}(1,n)}$$

$$P_{\text{TX_UE}(2,1)}, P_{\text{TX_UE}(2,2)} \dots P_{\text{TX_UE}(2,n)}$$

.....

$$P_{\text{TX_UE}(m,1)}, P_{\text{TX_UE}(m,2)} \dots P_{\text{TX_UE}(m,n)}$$

检测终端将这些采样数据发送给室内小区的基站。

在获得采样数据后,进入第二部分——基站根据收到的采样数据计算上行干扰控制门限。具体地说,基站根据检测终端上报的至少两个位置上的至少两个实际上行发射功率计算终端的平均上行发射功率,将该平均上行发射功率作为该小区对应的上行干扰控制门限,即 $P_{\text{Thr_UL}} = \bar{P}_{\text{TX_UE}} = \frac{1}{M \times N} \sum_1^M \sum_1^N (P_{\text{TX_UE}}(m, n))$ 。也就是说,室内终端的最大上行发射功率为室内平均上行发射功率,由于室内小区的终端使用平均上行发射功率是能够与基站保持正常通信的,且此时对室外小区的干扰较小,从而在确保室内小区中终端正常通信的同时,使得室内小区对室外小区的干扰可以忽略不计。

另外,由于计算得到的上行干扰控制门限是独立针对一个室内小区的,根据具体环境的不同每个室内小区对应的门限可能不同,使得功率控制能够完全结合环境,以便将功率控制的效果提升到最好。

在计算得到上行干扰控制门限后,进入第三部分——根据该门限对驻留在该室内小区的终端进行上行功率控制,具体如图8所示。

在步骤810中,按照现有技术,根据功控相关测量值(如SIR、终端的接收功率等)对驻留在该室内小区的终端进行上行发射功率的功控判决,包括现有的开环、闭环功控、内环功率、外环功率的判决中的任意一种。

在步骤820中,对当前的功控判决结果进行判断,如果当前的功控判决结果为上调该终端的上行发射功率,且上调后的上行发射功率大于上行干扰控制门限,则进入步骤830;反之,如果当前的功控判决结果为下调该终端的上行发射功率,或者,功控判决结果为上调该终端的上行发射功率,但上调后的上行发射功率小于或等于上行干扰控制门限,则进入步骤840。

在步骤830中,指示该终端将其上行发射功率调整到该上行干扰控制门限。从而在室内小区的周围有室外小区有影响的情况下,能够将该室内小区内终端

的通信功率控制在一个更合适的范围内，减小室内通信对室外的干扰。并且，由于室内小区的终端使用平均上行发射功率是能够与基站保持正常通信的，从而在不影响小区内终端通信的情况下减小对室外小区的干扰。

在步骤 840 中，根据该功控判决结果指示该终端调整其上行发射功率。

下面以一个实例对本实施方式的效果进行验证。

由于室内上行泄漏到室外的信号是终端的实际上行发射功率造成的，也就是说，室内小区中终端的上行发射信号减去耦合损耗，就是泄漏出去的上行干扰信号。根据本实施方式的功控算法，终端的最大发射信号是 P_{Thr_UL} ，根据经验 P_{Thr_UL} 通常等于 7dB，而一般情况下，室外小区到室内覆盖系统的位置耦合损耗是 133dB，从而上行干扰信号的估算如下：

$$\text{上行干扰信号} = 7\text{dB} - 133\text{dB} = -126\text{dBm};$$

可见，使用本实施方式进行上行功率控制，室内小区上行通信信号对室外网络影响较小，可以忽略不计。

本发明第三实施方式涉及一种下行功率控制系统，如图 9 所示，包括：计算单元，用于根据室内小区的相邻小区的下行信号采样数据，计算该室内小区对应的下行干扰控制门限；功控单元，用于对该室内小区内的终端进行下行发射功率的功控判决和功率调整；判断单元，用于根据该功控单元的功控判决结果，判断功控后网络侧对该终端的下行发射功率是否将大于该下行干扰控制门限，如果是，则指示该功控单元将该终端的下行发射功率调整到该下行干扰控制门限。从而将该室内小区中终端收到的下行功率控制在一个更合适的范围内，减小室内通信对室外的干扰。另外，由于计算得到的下行干扰控制门限是独立针对一个室内小区的，根据具体环境的不同每个室内小区对应的门限可能不同，使得功率控制能够完全结合环境，以便将功率控制的效果提升到最好。

该判断单元还用于，在根据该功控单元的功控判决结果，确定功控后该网络侧对该终端的下行发射功率将小于或等于该下行干扰控制门限时，指示该功控

单元根据该功控判决结果调整该网络侧对该终端的下行发射功率。

其中，采样数据是在该室内小区中与相邻小区交叠的位置上（即室内小区中受室外邻区影响较大的位置上）采样得到的，采样数据至少包括相邻小区的接收信号功率，该计算单元包括以下子单元：

求平均子单元，用于根据至少一个相邻小区的至少一个接收信号功率计算平均接收信号功率；干扰控制门限计算子单元，用于将该平均接收信号功率加上偏置值，得到该室内小区对应的下行干扰控制门限。该偏置值的范围为5dB至6dB。由于室内小区中基站向终端发射的下行功率可以比室外的平均接收信号功率超出偏置值，因此即使室外相邻小区信号较强，对室内小区的干扰较大，且用户处于室内小区中受干扰较严重的区域时，同样可以确保室内通信能够正常进行；另外，无论室外信号是否较强，由于室内小区中用户通信时基站向其发射的下行功率最大只可能比室外的功率超出偏置值（如5dB或6dB），从而可以将该室内小区内终端收到的下行功率控制在一个更合适的范围内，使得室内通信对室外的干扰在距室内较近（如1米）的范围内，将室内小区通信对室外小区的干扰减到最小。

本发明第四实施方式涉及一种上行功率控制系统，如图10所示，包括：计算单元，用于根据室内小区的上行信号采样数据，计算该室内小区对应的上行干扰控制门限；功率接收单元，用于接收该室内小区内终端上报的该终端的实际上行发射功率；功控单元，用于对该室内小区内的终端进行上行发射功率的功控判决和功率调整；判断单元，用于根据功控单元的判决结果和功率接收单元收到的该终端的实际上行发射功率，判断功控后该终端的实际上行发射功率是否将大于该上行干扰控制门限，如果大于则指示该功控单元将该终端的实际上行发射功率调整到该上行干扰控制门限。从而在室内小区周围存在室外邻区的情况下，能够将该室内小区内终端的上行发射功率控制在一个更合适的范围内，减小室内通信对室外的干扰。另外，由于计算得到的上行干扰控制门限是独立

针对一个室内小区的，根据具体环境的不同每个室内小区对应的门限可能不同，使得功率控制能够完全结合环境，以便将功率控制的效果提升到最好。

该采样数据是在该室内小区中与相邻小区交叠的位置上(即室内小区中受室外邻区影响较大的位置上)采样得到的，该采样数据至少包括终端在上述区域中至少两个不同位置上的至少两个实际上行发射功率，该计算单元计算上行干扰控制门限的方式为：根据该至少两个位置上的至少两个实际上行发射功率计算终端的平均上行发射功率，该室内小区对应的上行干扰控制门限等于该平均上行发射功率。由于室内小区的终端使用平均上行发射功率是能够与基站保持正常通信的，且此时对室外小区的干扰较小，从而在确保室内小区终端的正常通信的同时，使得室内小区对室外小区的干扰可以忽略不计。

综上所述，在本发明的实施方式中，根据室内小区的相邻小区的下行信号采样数据，计算该室内小区对应的下行干扰控制门限；对该室内小区内的终端进行下行发射功率的功控判决，如果根据功控判决结果确定功控后网络侧对该终端的下行发射功率将大于该下行干扰控制门限，则不根据判决结果进行功率调整，而将该终端的下行发射功率调整到该下行干扰控制门限。从而在室内小区周围存在室外邻区的情况下，能够将该室内小区内终端收到的下行功率控制在一个更合适的范围内，减小室内通信对室外的干扰。另外，由于计算得到的下行干扰控制门限是独立针对一个室内小区的，根据具体环境的不同每个室内小区对应的门限可能不同，使得功率控制能够完全结合环境，以便将功率控制的效果提升到最好。

根据室内小区的上行信号采样数据，计算该室内小区对应的上行干扰控制门限；由室内小区内终端上报其实际上行发射功率，在对室内小区内的终端进行上行发射功率的功控判决后，如果根据功控判决结果确定功控后该终端的实际上行发射功率将大于该上行干扰控制门限，则不根据判决结果进行功率调整，而将该终端的实际上行发射功率调整到该上行干扰控制门限。从而

在室内小区周围存在室外邻区的情况下，能够将该室内小区内终端的上行发射功率控制在一个更合适的范围内，减小室内通信对室外的干扰。另外，由于计算得到的上行干扰控制门限是独立针对一个室内小区的，根据具体环境的不同每个室内小区对应的门限可能不同，使得功率控制能够完全结合环境，以便将功率控制的效果提升到最好。

可以在室内小区中受到室外信号干扰较强的位置进行信号数据采样，以确保计算得到的上行和/或下行干扰控制门限，可以同时适用于处于室内小区中信号良好区域的终端和处于信号干扰大的区域的终端。

下行干扰控制门限等于：各相邻小区的至少一个接收信号功率的平均接收信号功率加上偏置值，该偏置值可以根据经验得到或根据仿真结果得到，可以是 6dB。由于室内小区中基站向终端发射的下行功率可以比室外的平均接收信号功率超出偏置值，因此即使室外相邻小区信号较强，对室内小区的干扰较大，且用户处于室内小区中受干扰较严重的区域时，同样可以确保室内通信能够正常进行；另外，无论室外信号是否较强，由于室内小区中用户通信时基站向其发射的下行功率最大只可能比室外的功率超出偏置值（如 5dB 或 6dB），从而可以将该室内小区内终端收到的下行功率控制在一个更合适的范围内，根据经验或仿真可以确定，此时室内通信对室外的干扰在距室内较近（如 1 米）的范围内，使得室内小区通信对室外小区的干扰减到最小。

上行干扰控制门限等于各采样位置的平均上行发射功率，即室内终端的最大上行发射功率为室内平均上行发射功率，由于室内小区的终端使用平均上行发射功率是能够与基站保持正常通信的，且此时对室外小区的干扰较小，从而在确保室内小区中终端的正常通信的同时，使得室内小区对室外小区的影响可以忽略不计。

虽然通过参照本发明的某些优选实施方式，已经对本发明进行了图示和

描述，但本领域的普通技术人员应该明白，可以在形式上和细节上对其作各种改变，而不偏离本发明的精神和范围。

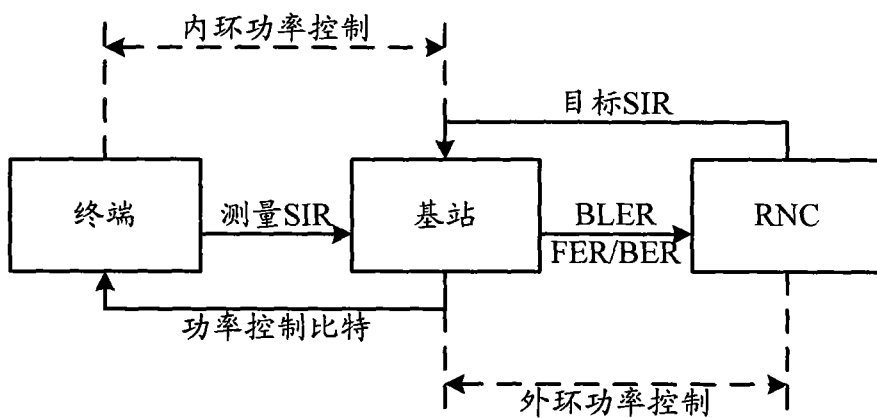


图 1

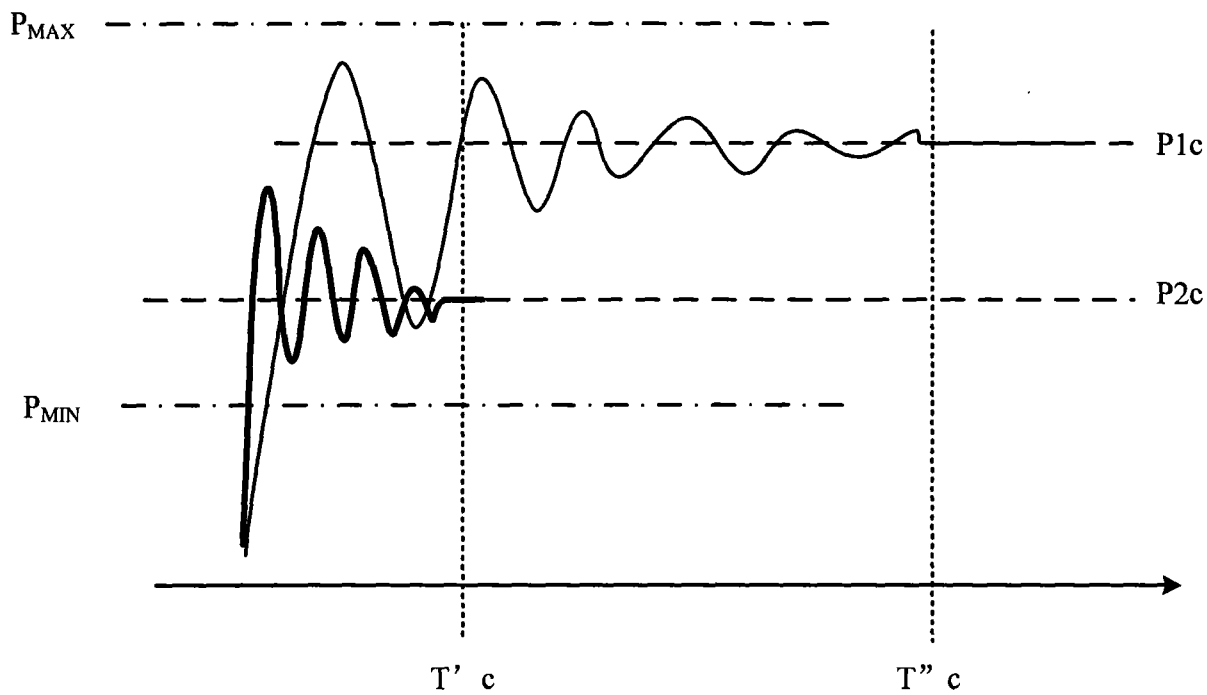


图 2

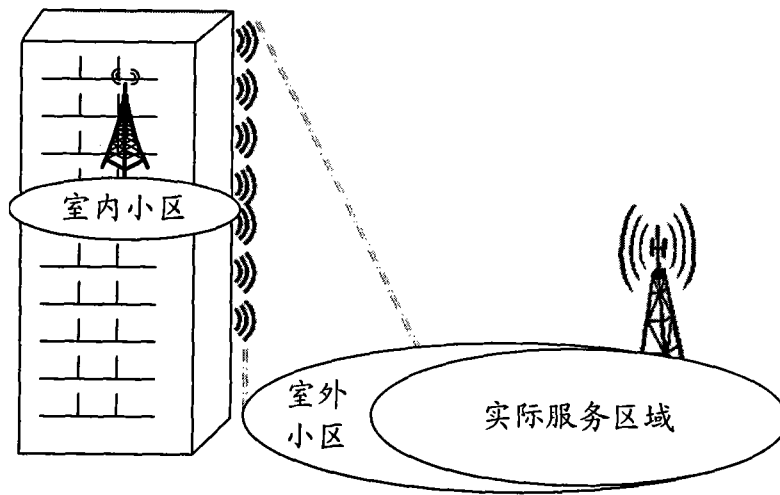


图 3

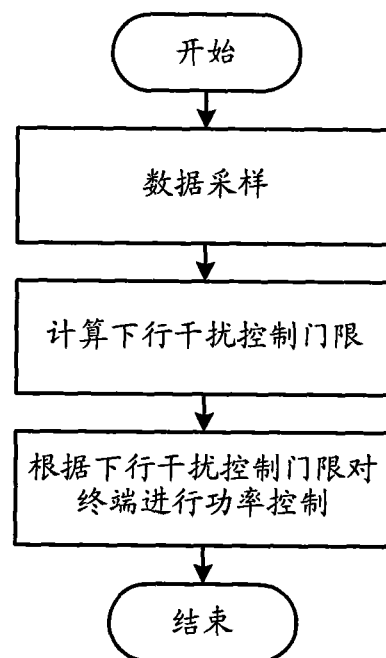


图 4

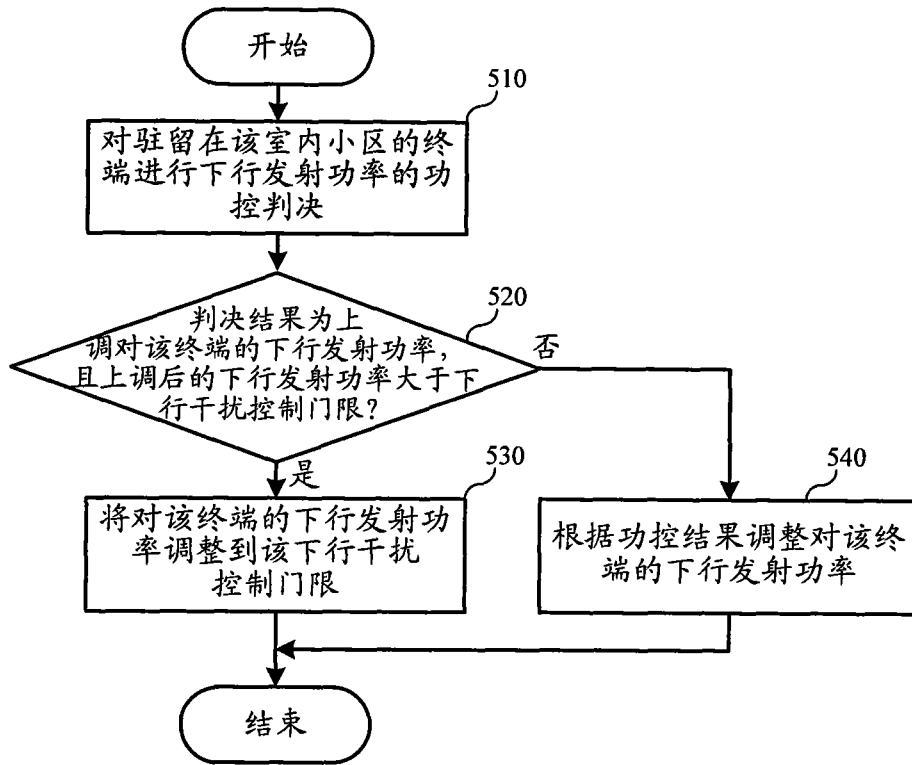


图 5

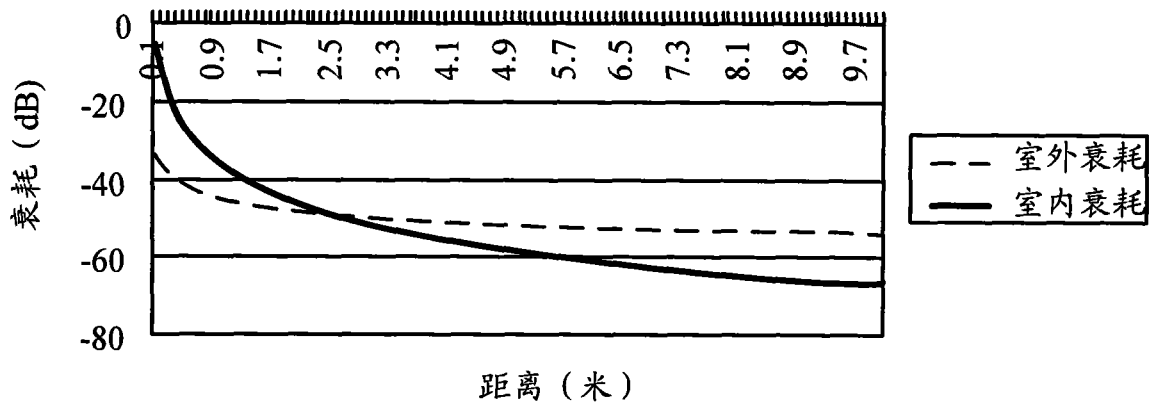


图 6

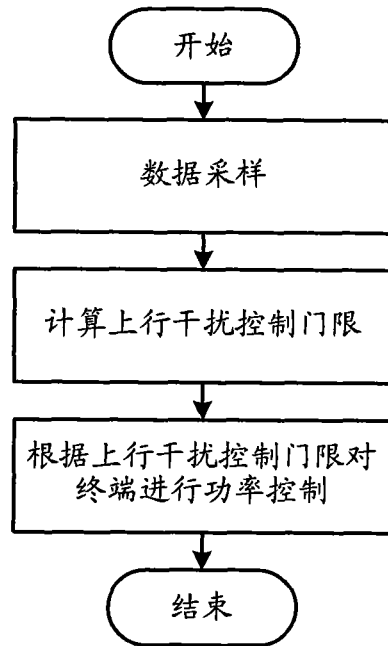


图 7

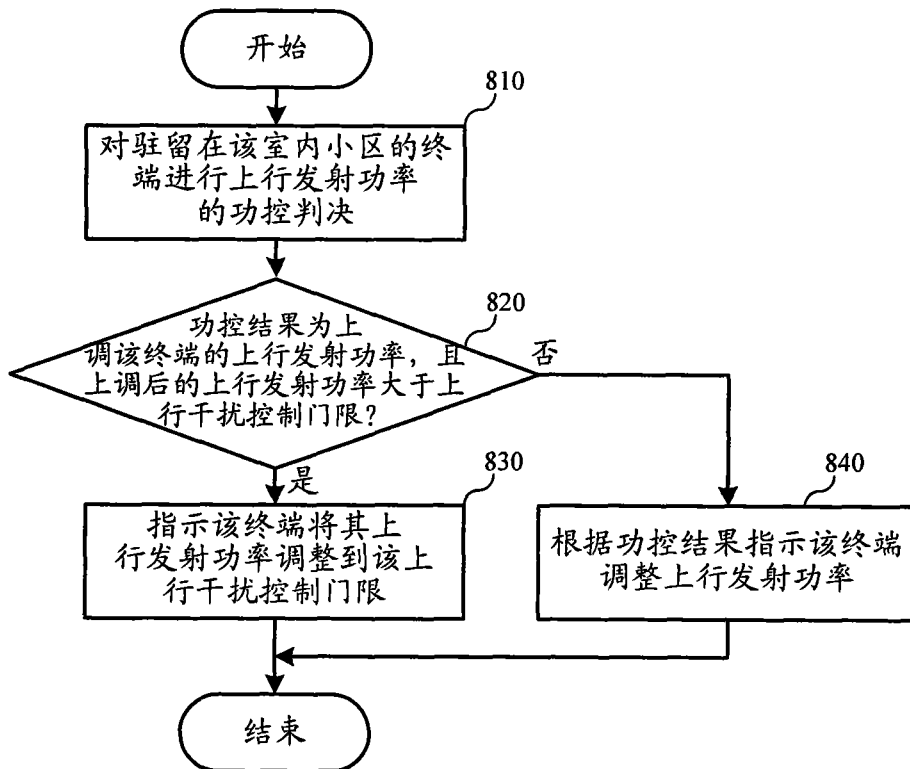


图 8

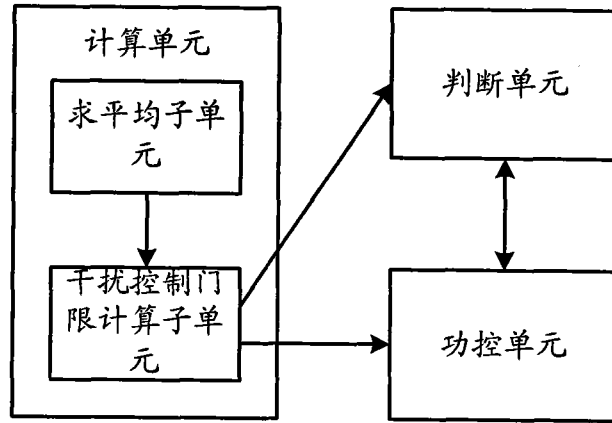


图 9

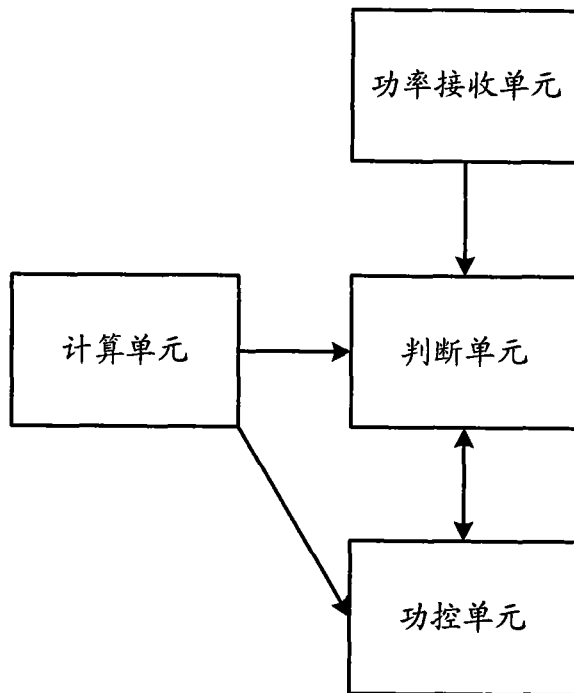


图 10