

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101009541 B

(45) 授权公告日 2011.04.20

(21) 申请号 200610008455.3

6 页第 50 段 - 第 11 页第 78 段、说明书附图 3-6.

(22) 申请日 2006.01.23

WO 2005/096538 A1, 2005.10.13, 全文.

(73) 专利权人 华为技术有限公司

审查员 王艳臣

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 陈林红 朱仁水 张兴 王文博

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 遂长明

(51) Int. Cl.

H04L 5/02(2006.01)

H04L 27/26(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1350730 A, 2002.05.22, 摘要.

CN 1484906 A, 2004.03.24, 全文.

WO 2005/050873 A1, 2005.06.02, 说明书第

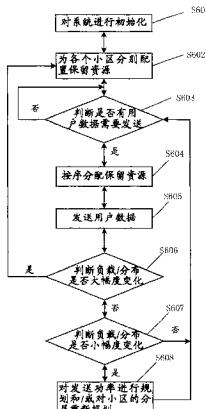
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 12 页

(54) 发明名称

正交频分多址系统的干扰协调方法与装置

(57) 摘要

本发明提供了一种正交频分多址系统的干扰协调方法，该方法包括：从所有传输块 chunk 中，每个小区选取部分传输块 chunk 作为自己的保留资源，每两个相邻小区的保留资源在频域互不重叠，并且所述相邻小区保留资源之和为系统全部传输块 chunk 或者所述系统全部传输块 chunk 的一部分；将所述每个小区划分为内层及外层区域；当小区内用户发送或接收数据时，根据所述用户所处的区域，为所述用户分配传输块 chunk，具体包括：当所述用户处于小区外层区域时，从所述用户所在小区的保留资源中，选取传输块 chunk 分配给所述用户。本发明还提供了一种正交频分多址系统的干扰协调装置。



1. 一种正交频分多址系统的干扰协调方法，其特征在于包括：

从所有传输块 chunk 中，每个小区选取部分传输块 chunk 作为自己的保留资源，每两个相邻小区的保留资源在频域互不重叠，并且所述相邻小区保留资源之和为系统全部传输块 chunk 或者所述系统全部传输块 chunk 的一部分；

将所述每个小区划分为内层及外层区域；以及

当小区内用户发送或接收数据时，根据所述用户所处的区域，为所述用户分配传输块 chunk，具体包括：当所述用户处于小区外层区域时，从所述用户所在小区的保留资源中，选取传输块 chunk 分配给所述用户；

将所述每个小区分别划分为内层及外层区域的步骤包括：

每个小区预先设置一个信道条件门限值 CQ_{th} ；

当小区内用户的信道条件值 CQ 大于自身小区的信道条件门限值 CQ_{th} 时，所述用户被划分到内层，当小区内用户的信道条件值 CQ 小于自身小区的信道条件门限值 CQ_{th} 时，所述用户被划分到外层；

所述被划分到内层的用户组成内层区域，所述被划分到外层的用户组成外层区域。

2. 如权利要求 1 所述的正交频分多址系统的干扰协调方法，其特征在于，所述每个小区的信道条件门限值 CQ_{th} 相同或者不相同。

3. 如权利要求 1 所述的正交频分多址系统的干扰协调方法，其特征在于，为所述用户分配传输块 chunk 的步骤还包括：当所述用户处于小区内层区域并且所述保留资源未分配完毕时，从所述保留资源的剩余传输块 chunk 中，选取传输块 chunk 分配给所述用户。

4. 如权利要求 1 所述的正交频分多址系统的干扰协调方法，其特征在于，为所述用户分配传输块 chunk 的步骤还包括：当所述用户处于小区内层区域并且所述保留资源已分配完毕时，从所有传输块 chunk 的非保留资源中选取传输块 chunk 分配给所述用户。

5. 如权利要求 1 所述的正交频分多址系统的干扰协调方法，其特征在于还包括：根据小区内的负载变化幅度，调整所述小区的保留资源配置，或者调整小区内的内层及外层区域的划分，或者调整小区内的内层及外层区域发送功率。

6. 如权利要求 1 所述的正交频分多址系统的干扰协调方法，其特征在于还包括：根据小区间的负载变化幅度，调整所述小区的保留资源配置，或者调整小区内的内层及外层区域的划分，或者调整小区内的内层及外层区域发送功率。

7. 如权利要求 5 或 6 所述的正交频分多址系统的干扰协调方法，其特征在于，对保留资源重新调整的实现方式为：周期性的对保留资源进行重新调整，或者当基站检测到自身小区内负载发生变化时，向无线网络控制器或者周围小区的基站发出要求重新调整保留资源的信令。

8. 如权利要求 5 或 6 所述的正交频分多址系统的干扰协调方法，其特征在于，

根据预先设置的信道条件门限值 CQ_{th} 划分小区的内层及外层区域；

预先设置每个小区的内层区域与外层区域的负载比例参考值；

当内层区域与外层区域的负载比例低于所述负载比例参考值时，降低所述信道条件门限值 CQ_{th} ；

当内层区域与外层区域的负载比例高于所述负载比例参考值时，提高所述信道条件门限值 CQ_{th} 。

9. 如权利要求 5 或 6 所述的正交频分多址系统的干扰协调方法，其特征在于，预先设置每个小区的内层区域与外层区域的负载比例参考值；

当内层区域与外层区域的负载比例低于所述负载比例参考值时，增大所述小区内层和外层发送功率的比率；

当内层区域与外层区域的负载比例高于所述负载比例参考值时，减小所述小区内层和外层发送功率的比率。

10. 一种正交频分多址系统的干扰协调装置，其特征在于包括：

保留资源分配单元，从所有传输块 chunk 中，分别为每个小区选取部分传输块 chunk 作为所述小区的保留资源，每两个相邻小区的保留资源在频域互不重叠，并且所述相邻小区保留资源之和为系统全部传输块 chunk 或者所述系统全部传输块 chunk 的一部分；

小区区域规划单元，将每个小区划分为内层区域及外层区域；所述将每个小区分别划分为内层及外层区域的步骤包括：每个小区预先设置一个信道条件门限值 CQ_{th} ；当小区内用户的信道条件值 CQ 大于自身小区的信道条件门限值 CQ_{th} 时，所述用户被划分到内层，当小区内用户的信道条件值 CQ 小于自身小区的信道条件门限值 CQ_{th} 时，所述用户被划分到外层；所述被划分到内层的用户组成内层区域，所述被划分到外层的用户组成外层区域；

其中，当小区内用户发送或接收数据时，所述分配保留资源单元根据所述用户所处的区域，为所述用户分配传输块 chunk，具体包括：当所述用户处于小区外层区域时，从所述用户所在小区的保留资源中，选取传输块 chunk 分配给所述用户。

11. 如权利要求 10 所述的正交频分多址系统的干扰协调装置，其特征在于还包括：系统负载监控单元，判断系统负载是否发生变化。

12. 如权利要求 10 所述的正交频分多址系统的干扰协调装置，其特征在于还包括：保留资源调整单元，根据小区内或小区间负载的变化，对保留资源进行重新调整。

13. 如权利要求 10 所述的正交频分多址系统的干扰协调装置，其特征在于还包括：参数设置和调整单元，设置和调整信道条件门限值 CQ_{th} 及负载比例参考值。

14. 如权利要求 10 所述的正交频分多址系统的干扰协调装置，其特征在于还包括：功率调整单元，调整小区内的内层及外层区域的发送功率。

正交频分多址系统的干扰协调方法与装置

技术领域

[0001] 本发明涉及正交频分多址技术，尤其涉及正交频分多址系统的干扰协调方法。

背景技术

[0002] 3GPP(第三代合作项目)技术报告[1]对LTE(长期演进系统)的性能提出了三个方面的要求：(1)小区边缘比特率；(2)系统吞吐量；(3)在PS(分组交换域)对多种不同业务(如VoIP、视频会议等)的有效支持。

[0003] 为了满足这些要求，提高系统的频谱利用率，上下行两个方向上的LTE多址接入方案应该具有正交性，这一点在3GPP技术报告[2]中得到了很好的体现。无论是在上行链路还是在下行链路，OFDMA(正交频分多址系统)都是备选方案之一。

[0004] OFDMA系统的频率复用因子为1，也就是说，所有的小区都使用相同的频带传输数据。在这种情况下，如何解决系统的干扰问题就显得尤为重要。考虑到不同子载波之间的正交性，小区内干扰可以认为很小，系统的干扰主要是小区间干扰。图1A和图1B分别显示了上下行两个方向上的小区边缘干扰情况。如图1A所示，终端T₁101在向基站Node_B A103发射信号时，对基站Node_B B104造成了干扰。如图1B所示，基站Node_B B104在向终端T₂102发射信号时，对终端T₁101造成了干扰。从中可以看出，在未采取任何减小干扰措施的情况下，小区边缘的SIR(信号干扰比)将很低(大约在0dB左右)。如果一个用户处在三个小区相重叠的区域，其SIR将会更低。

[0005] 为了提高小区边缘SIR从而改善系统的小区边缘性能的目的，目前主要采用三大类方法：一是小区间干扰的随机化；二是小区间干扰的消除；三是小区间干扰的协调。小区间干扰的随机化可以提高整个系统的吞吐量，但对小区边缘用户的SIR提高不是很大，因此它不满足LTE系统的要求。小区间干扰的消除可以提高用户的SIR，但它也只是消除几个主要的干扰，对SIR的提高程度有限，并且当用户受到的干扰是由很多的小干扰组成时，小区间干扰的消除就会加大复杂度却没有提高用户的SIR性能。因此，在OFDMA系统中，目前考虑得最多的还是小区间干扰的协调技术。在[3]中给出了小区间的干扰协调技术的基本原理，即：软频率复用，但并没有给出具体的干扰协调方法。

[0006] 在[4]和[5]中给出了上下行干扰协调技术的一个完整方案(如图2)，这种方案可以认为是一种静态的干扰协调技术。如图2所示的流程图，在步骤S201中，系统进行初始化；进入步骤S202，系统将整个频域资源分组，例如，系统将频域资源分为S(考虑到系统的完全覆盖，S=7或S=9)个不相交的子集F_n(n=1, 2, ..., S)，每一个F_n与一个扇区C_n相对应。在步骤S203中，系统判断是否有用户数据需要发送，如果是，进入步骤S204，将频域资源分配给该用户，否则，继续判断是否有用户数据需要发送；最后进入步骤S205，发送用户数据，再返回步骤S203。由此可以看出，对于每一个扇区，处在其边缘区域的用户只可能分配整个系统资源的一部分，这样就可以确保分别处于两个相邻扇区的边缘区域的用户所分配到的频域资源不会相交，从而可以在一定程度上减轻小区间的干扰。对于下行方向，[4]中还提出了对处于扇区中心区域的用户进行发送限

制。但在这种方案中，固定的频域资源划分不能适应系统内负载的分布随着时间的变化情况，不能适应小区中心负载低、小区边缘负载高的情况，在下行方向对处于小区中心区域的用户可以进行发送功率限制，但没有考虑到发送功率的限制程度与负载分布变化的关系，在上行方向没有考虑对小区中心区域的用户进行发送功率限制。

[0007] 在[6]中提出了另外一种小区间的干扰协调方案——时域、频域半静态干扰协调和单独的频域半静态干扰协调。单独的频域半静态干扰协调与[4][5]中提出的静态干扰协调方法类似，对整个频域资源进行不相交的划分，确保分别处于相邻的小区 / 扇区边缘用户使用不相交的频域资源传输数据，但它考虑频域资源的划分在时间轴上是随着系统内负载分布的变化而变化的。而时域、频域半静态干扰协调方法也与此类似，只是考虑在 OFDMA 系统小区间完全同步的情况下，在时域和频域同时进行小区间干扰的协调。但是，时域、频域半静态干扰协调要求 OFDMA 系统小区之间的完全同步，这种要求是不易实现的。此外，在本方案中的两种方法中，上行、下行方向都未考虑对小区（或扇区）内层用户进行发送功率限制带来的增益，按照系统内负载的分布频繁地进行资源的重新划分提高了系统的信令开销，降低了系统的效率。

发明内容

[0008] 本发明要解决的技术问题在于提供一种正交频分多址系统的干扰协调方法，在兼顾整个系统性能和效率的同时，用更加灵活的方法着重减轻小区间的干扰，提高小区边缘性能。

[0009] 本发明提供了一种正交频分多址系统的干扰协调方法，该方法包括：从所有传输块 chunk 中，每个小区选取部分传输块 chunk 作为自己的保留资源，每两个相邻小区的保留资源在频域互不重叠，并且所述相邻小区保留资源之和为系统全部传输块 chunk 或者所述系统全部传输块 chunk 的一部分；将所述每个小区划分为内层及外层区域；当小区内用户发送或接收数据时，根据所述用户所处的区域，为所述用户分配传输块 chunk，具体包括：当所述用户处于小区外层区域时，从所述用户所在小区的保留资源中，选取传输块 chunk 分配给所述用户。

[0010] 将每个小区分别划分为内层及外层区域的步骤包括：每个小区预先设置一个信道条件门限值 CQ_{th} ；当小区内用户的信道条件值 CQ 高于信道条件门限值 CQ_{th} 时，所述用户被划分到内层，当小区内用户的信道条件值 CQ 低于信道条件门限值 CQ_{th} 时，所述用户被划分到外层；所述被划分到内层的用户组成内层区域，所述被划分到外层的用户组成外层区域。

[0011] 当所述用户处于小区内层区域并且所述保留资源未分配完毕时，从所述保留资源的剩余传输块 chunk 中，选取传输块 chunk 分配给所述用户。当所述用户处于小区内层区域并且所述保留资源已分配完毕时，从所有传输块 chunk 的非保留资源中选取传输块 chunk 分配给所述用户。

[0012] 根据小区内或小区间的负载变化幅度，可以调整小区的保留资源的配置，或者调整小区的内层及外层区域的划分，或者调整内层及外层区域发送功率。

[0013] 对保留资源重新调整的实现方式为：周期性的对保留资源进行重新调整，或者当基站检测到自身小区内负载的大幅度变化时，向无线网络控制器或者周围小区的基站

发出要求重新调整保留资源的信令。

[0014] 本发明还可预先设置每个小区的内层区域与外层区域的负载比例参考值；当内层区域与外层区域的负载比例低于所述负载比例参考值时，降低所述信道条件门限值 CQ_{th} ；当内层区域与外层区域的负载比例高于所述负载比例参考值时，提高所述信道条件门限值 CQ_{th} 。

[0015] 本发明还可预先设置每个小区的内层区域与外层区域的负载比例参考值；当内层区域与外层区域的负载比例低于所述负载比例参考值时，增大所述小区内层和外层发送功率的比率；当内层区域与外层区域的负载比例高于所述负载比例参考值时，减小所述小区内层和外层发送功率的比率。

[0016] 本发明还提供了一种正交频分多址系统的干扰协调装置，所述装置包括：保留资源分配单元，从所有传输块 chunk 中，分别为每个小区选取部分传输块 chunk 作为所述小区的保留资源，每两个相邻小区的保留资源在频域互不重叠，并且所述相邻小区保留资源之和为系统全部传输块 chunk 或者所述系统全部传输块 chunk 的一部分；小区区域规划单元，将每个小区划分为内层区域及外层区域；其中，当小区内用户发送或接收数据时，所述分配保留资源单元根据所述用户所处的区域，为所述用户分配传输块 chunk，具体包括：当所述用户处于小区外层区域时，从所述用户所在小区的保留资源中，选取传输块 chunk 分配给所述用户。

[0017] 此外，所述装置还可包括：系统负载监控单元，判断系统负载是否发生变化。保留资源调整单元，根据小区内或小区间负载的变化，对保留资源进行重新调整。参数设置和调整单元，设置和调整信道条件门限值 CQ_{th} 及负载比例参考值。功率调整单元，调整小区内的内层及外层区域的发送功率。

[0018] 本发明采用了保留资源的划分和重新调整保留资源的方案，使 OFDMA 系统在小区间或小区内负载大幅度变化时，依然能够提高小区边缘服务性能。并且，保留资源的调整只是针对大幅度的负载变化，可以有效地减少系统的用于干扰协调的信令开销。

[0019] 本发明采用了按序的资源分配的方案，可以从整体上提高 OFDMA 系统的性能。

[0020] 本发明还提供了适应负载分布小幅度变化或负载突然发生变化的发送功率规划方案，可以进一步提高小区边缘性能和系统整体性能。

[0021] 本发明提出明确的小区内外层划分准则，基于用户信道条件的小区划分可以灵活调整内外层负载的比例。

[0022] 本发明采用了小区内层规划和发送功率规划的联合方案，可以使 OFDMA 系统在小区内负载中、小幅度变化或内、外区域负载突发变化时，依然能够提高小区边缘服务性能。

[0023] 另外，本发明的基于调度的可控干扰协调方法可以很好地与其它的技术如包调度、AMC、HARQ 等互存。

[0024] 附图说明

[0025] 图 1A 为上行方向的小区边缘干扰的示意图。

[0026] 图 1B 为下行方向的小区边缘干扰的示意图。

[0027] 图 2 为静态的干扰协调方法的流程图。

- [0028] 图 3 为本发明的正交频分多址系统的干扰协调方法的第一实施例流程图。
- [0029] 图 4 为图 3 中的步骤 S302 的流程图。
- [0030] 图 5 为图 3 中的步骤 S303 的流程图。
- [0031] 图 6 为本发明优选实施例的流程图。
- [0032] 图 7 为按序资源分配的流程图。
- [0033] 图 8A 为小区在满负载的前提下按序资源分配的性能改善的示意图。
- [0034] 图 8B 为小区在中度负载的前提下按序资源分配的性能改善的示意图。
- [0035] 图 8C 为小区在低负载的前提下按序资源分配的性能改善的示意图。
- [0036] 图 9A 为本发明中的基于调度的可控干扰协调方法和静态的干扰协调方法对小区边缘性能改善的示意图。
- [0037] 图 9B 为本发明中的基于调度的可控干扰协调方法和静态的干扰协调方法对 OFDMA 系统性能改善的示意图。
- [0038] 图 10A 为本发明中的基于调度的可控干扰协调方法和频域半静态的干扰协调方法对小区边缘性能改善的示意图。
- [0039] 图 10B 为本发明中的基于调度的可控干扰协调方法和频域半静态的干扰协调方法对 OFDMA 系统性能改善的示意图。
- [0040] 图 11A 为本发明的基于调度的可控干扰协调方法和中的发送功率规划对小区边缘性能改善的示意图。
- [0041] 图 11B 为本发明的基于调度的可控干扰协调方法和中的发送功率规划对 OFDMA 系统性能改善的示意图。
- [0042] 图 12A 为本发明的基于调度的可控干扰协调方法中的小区内外层规划对小区边缘性能改善的示意图。
- [0043] 图 12B 为本发明的基于调度的可控干扰协调方法中的小区内外层规划对 OFDMA 系统性能改善的示意图。
- [0044] 图 13 为本发明干扰协调装置的结构图。

具体实施方式

[0045] 下面我们将结合附图，对本发明的最佳实施方案进行详细描述。首先要指出的是，本发明中用到的术语、字词及权利要求的含义不能仅仅限于其字面和普通的含义去理解，还包括进而与本发明的技术相符的含义和概念，这是因为我们作为发明者，要适当地给出术语的定义，以便对我们的发明进行最恰当的描述。因此，本说明和附图中给出的配置，只是本发明的首选实施方案，而不是要列举本发明的所有技术特性。我们要认识到，可能还有各种各样的同等方案或修改方案可以实现本发明中的方案类似的功能。

[0046] 图 3 为本发明的正交频分多址系统的干扰协调方法的第一实施例流程图。如图所示，在步骤 S301 中，从所有传输块 chunk 中，每个小区选取部分传输块 chunk 作为自己的保留资源，这些保留资源是专门用于小区间干扰协调的资源。进入步骤 S302，将每个小区分别划分为内层及外层区域，即，每个小区都被划分成内、外两层区域。图 4 为实现步骤 S302 的流程图，如图所示，在步骤 S3021 中，预先设置一个信道条件门限

值 CQ_{th} ，这个门限值 CQ_{th} 可以是信号干扰比的值，也可以是其它的信道质量衡量参数，这个值可以根据系统的负载状况等因素确定，并且小区间可以互不相同；在步骤 S3022 中，当小区内用户的信道条件值 CQ 高于 CQ_{th} 时，所述用户被划分到内层，当小区内用户的信道条件值 CQ 低于 CQ_{th} 时，所述用户被划分到外层，在这个过程中，信道条件好的用户划分在内层区域，信道条件差的用户划分在外层区域；在步骤 S3023 中，所述被划分到内层的用户组成内层区域，所述被划分到外层的用户组成外层区域，由此确定内层区域和外层区域。请再返回图 3，步骤 S302 实现后进入步骤 S303，当小区内用户发送或接收数据时，根据所述用户所处的区域，为所述用户分配传输块 chunk，当小区内用户有数据传输时，要根据这个用户所处的区域（即内层或外层区域）给其分配传输块 chunk。步骤 S303 也可以进一步分为三个步骤实现，如图 5 所示，在步骤 S3031 中，从每个小区的保留资源中，选取传输块 chunk 分配给小区内的外层用户，当用户处于小区外层区域时，从用户所在小区的保留资源中，选取传输块 chunk 分配给用户。在步骤 S3032 中，将所述保留资源的剩余传输块 chunk 分配给小区的内层用户使用，当用户处于小区内层区域并且所述保留资源未分配完毕时，从保留资源的剩余传输块 chunk 中，选取传输块 chunk 分配给用户，即，优先将保留资源分配完毕。在步骤 S3033 中，将所有传输块 chunk 中的非保留资源的传输块 chunk 分配给小区的内层用户，当所述用户处于小区内层区域并且所述保留资源已分配完毕时，从所有传输块 chunk 的非保留资源中选取传输块 chunk 分配给所述用户。如果系统的负载较低，步骤 S3032 和步骤 S3033 可能无需进行。

[0047] 其中，在步骤 S301 中的为每个小区配置保留资源的过程中，每两个相邻小区的保留资源在频域互不重叠，这种情况下，相邻小区处于小区边缘的用户使用不同的保留资源，可以有效地减小相互间的干扰。其中，相邻几个小区保留资源加起来也可以不为全部的频率资源。

[0048] 由于小区的负载大小会经常发生变化，所以本发明还提供了根据小区的负载变化幅度或者负载突然发生变化、进而调整小区的保留资源的配置或者调整小区的内层及外层区域的划分的方案。这种方案大致可以分为两种情况：

[0049] (1) 当小区的负载变化大时，重新配置小区的保留资源，此种情况下，可以采用周期性的对保留资源进行重新调整的方式，或者采用当基站检测到自身小区内负载的大幅度变化时，向无线网络控制器发出要求重新调整保留资源的信令的方式，以实现保留资源的重新调整。小区负载的大幅度变化可以分为小区内负载大幅度变化及小区间负载分布大幅度变化。小区内负载大幅度变化是指小区的内外层负载的相对比例发生大幅度变化或者小区内的负载突然大幅度减小或增加，这时，只需在第一次分配的保留资源内对小区的保留资源做出相应的调整，而且这种调整可以通过一个小区内的基站自身单独完成，不需要额外的信令开销。小区间的负载分布发生大幅度变化可以指一个小区内的负载到另一个小区的大幅度迁移等，这时，需要按照每三个毗邻的小区集合的保留资源总和不大于所有传输块 chunk 及每两个相邻小区的保留资源可以互不相同的条件，对小区的保留资源做出新的调整。由于涉及到小区之间保留资源划分的相互协调，不可避免地需要基站之间（或者基站和无线网络控制器 RNC 之间）的额外信令开销。此外，适应小区间和小区内负载分布大幅度变化的保留资源的重新调整可以同时进行。

[0050] 为了减少用于干扰协调的额外信令开销，提高 OFDMA 系统的效率，保留资源

重新调整的时间间隔可以相对较长。之所以可以这样做是基于两个方面的原因：(1)保留资源的划分只是为了适应小区间和 / 或小区内负载分布的大幅度变化；(2)由于系统内存在众多的用户，即使某个用户的业务突发度很大，整个系统的负载在短时间内发生大幅度变化的概率也很小。

[0051] (2) 当小区的负载变化小或者某个小区外部负载、内部负载突发时，重新划分小区的内层及外层区域。

[0052] 对于每一个小区，基站可以预先设置一个信道条件门限值 CQ_{th} ，以划分小区的内层及外层区域。例如，可以预先设置每个小区的内层区域与外层区域的负载比例参考值，当内层区域与外层区域的负载比例低于所述负载比例参考值时，降低所述信道条件门限值 CQ_{th} ，这样就可使某些原来在外层区域的用户进入内层区域，保持小区内层及外层的负载比例；当内层区域与外层区域的负载比例高于所述负载比例参考值时，提高所述信道条件门限值 CQ_{th} ，这样就可使某些原来在内层区域的用户被划分到外层区域，保持小区内层及外层的负载比例。当某个小区的外部业务负载或者内部业务负载突发，也可以按照前述原则只调整该小区的内外层区域划分。

[0053] 为了提高小区边缘的性能，还可以通过对小区内层及外层区域的发送功率进行控制。由于小区内层及外层的负载比例可能会发生变化，所以可以对小区内层和外层的发送功率比率 P_{in}/P_{out} 进行调整，以进一步提高小区边缘性能。调整 P_{in}/P_{out} 的方法可以为：预先设置每个小区的内层区域与外层区域的负载比例参考值，当内层区域与外层区域的负载比例低于所述负载比例参考值时，增大所述小区内层和外层发送功率的比率，在保证外层区域用户的干扰适当的同时，降低系统对小区内层用户服务质量的损失；当内层区域与外层区域的负载比例高于所述负载比例参考值时，减小所述小区内层和外层发送功率的比率，以进一步减小对邻小区外层区域用户的干扰。请再参照图 6，图 6 是本发明优选实施例的流程图。

[0054] 在步骤 S601 中，对系统进行初始化。

[0055] 进入步骤 S602，为各个小区分别配置保留资源，假定 S 是一个包含所有 chunk（一个 chunk 是一组连续或离散子载波，在时域上的长度为一个 TTI）的集合， S_i 是小区 i (i 为小区标号) 保留用于小区间干扰协调的 chunk 集合， K_j 代表一组相邻小区的标号集合，例如，一个小区为六边形，其六个边分别邻接六个相同形状的小区，则可以有三个小区是两两相邻， S_i 应该满足如下约束：

$$[0056] \bigcup_i^{K_j} S_i \subseteq S \quad (1)$$

$$[0057] S_i \cap S_j = \emptyset (\forall i, j \in K_j) \quad (2)$$

[0058] 其中，频率资源不一定被几个相邻小区的保留资源划分完毕。通过这样的资源划分，可以确保所有的相邻小区（也就是一个 K_j 内的所有标号对应的小区）保留用于干扰协调的子载波互不相交。小区外层的用户只使用各小区保留资源 S_i 中的 chunk 传输数据，因此来自邻小区的干扰大为减小，从而使 OFDMA 系统对小区边缘的服务性能得到了提高。在步骤 S602 中，依据系统的负载情况，还可对小区的内外层进行了划分。

[0059] 接着进入步骤 S603，保留资源配置完毕后，判断是否有用户数据需要发送，如

果有，进入步骤 S604，否则继续判断。

[0060] 在步骤 S604 中，按序分配保留资源，以下行链路为例，说明资源按序分配的方法，经过保留资源的划分或者重新调整之后，在每一个 TTI 内，基站通过一定的调度算法将 chunk 分配给小区内的用户传输数据，这里所说的资源按序分配是指在分配 chunk 时基于外层用户优先、基于保留资源优先的原则。请参照图 7，图 7 为这种按序资源分配的流程图，具体可以分为以下三个步骤：

[0061] S702：从 S_i 中分配资源 chunk 给外层用户使用（假设分配完的 chunk 的集合为 S'_i ）；

[0062] S704：从 $S-S_i'$ 中分配资源 chunk 给内层用户使用；

[0063] S705：从 $S-S_i$ 中分配资源 chunk 给内层用户使用。

[0064] 在进行上述三个步骤的的资源分配过程中，如果第 (1) 个步骤把 S_i 中的所有 chunk 被完全分配，则第 (2) 个步骤将没有必要进行，直接转到第 (3) 个步骤。上行链路的分配方式与此类似。

[0065] 对于这种分配方式所带来的性能改善，我们可以从图 8A-8C 中看出。图 8A 中，CELL0、CELL1、CELL2 表示三个相邻的小区，0-14 表示传输块 chunk，在满负载的情况下，每个 chunk 上的干扰源都比较多，通过使用本发明中提出的按序的资源分配方法，对于一个外层用户来说，它所有的干扰源都落在了邻小区的内层区域，如 CELL0（小区 0）中的频率 0-4 都在外层区域，而干扰源都在相邻小区 CELL1、CELL2 中，因此小区间的干扰将大大减小。图 8B 是中等负载下的情况示意，通过使用本发明中的按序的资源分配方法，不仅可以减小小区外层用户的干扰，小区内层用户的干扰也减小了，由于传输块 chunk 的分配按照一定的顺序，这样一来，相应的 chunk 碰撞机会就减少了。本发明中的按序的资源分配方法带来的这些优点在图 8C 中体现得尤为明显，在轻度的负载情况下，小区内外层的干扰源即相应的 chunk 基本上没有了，整个系统的性能都得到了一定程度的提高。

[0066] 在具体进行上述三个步骤的资源分配过程中，可以在每一步使用某种包调度算法。而在调度完毕之后，可以对每个 chunk 或者每个用户做自适应的链路控制（AMC）、功率控制等进一步提高 OFDMA 系统性能的技术。如果我们假定在通常的 OFDMA 系统中一个用户在做 AMC 时，需要所有 chunk 上的 CQI（信道质量指示）反馈信息，那么通过这样的按序分配方式，对于一个用户来说，并不需要反馈每个 chunk 上的 CQI。因为对于一些用户来说，有些 chunk 是根本不可能分配给它的，例如，对于一个处于小区外层的用户来说， $S-S_i$ 中的 chunk 是不可能分配给他的，他反馈的就只需要 S_i 中所有 chunk 上的 CQI，这种做法可以减少一定的信令开销。

[0067] 请继续参照图 6，资源按序分配后，进入步骤 S605，发送用户数据。

[0068] 再进入步骤 S606，判断负载 / 分布是否大幅度变化，如果是，返回步骤 S602，对保留资源重新配置，否则，进入步骤 S607。在步骤 S602 中，小区负载变化可以分为小区内负载变化和小区间负载分布变化两种情况，当只有小区内负载分布的大幅度变化（也就是小区的内外层负载的相对比例发生大幅度变化或者小区内的负载突然大幅度减小 / 增加时）时，只需在 S_i 的范围内对小区的保留资源做出相应的调整，这样的调整可以通过一个小区内的基站自身单独完成，不需要额外的信令开销（对于小区内负载的大幅度

变化，Node B 自身调整保留资源即可，但调整后的保留资源 S_i' 应该在 S_i 的范围内，否则达不到干扰协调的目的）。当小区间的负载分布发生大幅度的变化，例如一个小区内的负载到另一个小区的大幅度迁移，需要按照步骤 S602 中的约束条件 (1) 和 (2) 对小区的保留资源做出新的调整。由于涉及到小区之间保留资源划分的相互协调，不可避免地需要基站之间（或者基站和 RNC 之间）的额外信令开销。适应小区间和小区内负载分布大幅度变化的保留资源的重新调整可以同时进行。

[0069] 为了减少用于干扰协调的额外信令开销，提高 OFDMA 系统的效率，保留资源重新调整的时间间隔可以相对较长。之所以可以这样做是基于两个方面的原因：(1) 保留资源的划分只是为了适应小区间和 / 或小区内负载分布的大幅度变化；(2) 由于系统内存在众多的用户，即使某个用户的业务突发度很大，整个系统的负载在短时间内发生大幅度变化的概率也很小。

[0070] 对保留资源的重新配置可以有如下的两种实现方式：(1) 周期性地对保留资源进行重新调整；(2) 当基站检测到自身小区内负载的大幅度变化时，向 RNC 或者周围基站发出要求调整重新调整保留资源的信令。小区间和小区内负载的大幅度变化发生的时间间隔越大，方式 (2) 的信令开销越少，反之，方式 (1) 的信令开销更小。

[0071] 上述的保留资源划分方法既适用于上行链路，也适用于下行链路。如果将上下行的保留资源划分合二为一，那么可以进一步减小额外的信令开销。但是考虑到上行和下行方向负载的不对称性和在小区内分布的不均匀性，上下行的保留资源划分分开进行带来的增益会更大。

[0072] 图 6 中的步骤 S606 完成后，进入步骤 S607，判断负载 / 分布是否小幅度变化，如果是，进入步骤 S608，对发送功率进行规划和 / 或小区分层规划，否则，返回步骤 S603，继续判断是否有用户数据需要发送。小区的负载发生小幅度变化可以指小区的内外层负载的相对比例发生小幅度变化或者小区内的负载小幅度减小或增加等情况。

[0073] 在步骤 S608 中，对发送功率进行规划和 / 或对小区的分层重新规划。当步骤 S608 结束后，返回步骤 S603，继续判断是否有用户数据需要发送。

[0074] 下面以下行方向为例说明发送功率规划的方法，类似的方法也可以用于上行方向。在一般的 OFDMA 系统中，精确的功率分配复杂度较高，难以实现，并且在 3GPP 技术报告 [7] 中说明了在不同的子载波或者 chunk 上进行精确的功率分配并没有给系统带来很大的增益（与等功率分配相比），但实现的运算复杂度却很高。

[0075] 在本发明图 6 的步骤 S608 中，由于将小区分为内外两层，是可以通过一定的功率分配机制提高小区边缘性能的。在下行方向上，基站可以对内层和外层的用户进行一定程度的功率控制。由于内层的用户离基站较近，信道条件较好，一定程度的功率限制对这些用户来说影响很小。对内层用户进行一定程度的功率限制带来的好处是大大减小了对邻小区用户（尤其是外层用户）的干扰，从而进一步提高 OFDMA 系统对小区边缘的服务能力。

[0076] 考虑到小区内负载分布的实时变化，本发明中的发送功率规划是可以控制的，这反映为对内外层发送功率比例 P_{in}/P_{out} 的调整程度上。当外层的负载相对较高时，可以降低 P_{in}/P_{out} ，提高小区边缘服务性能；而当外层的负载相对较低时，可以提高 P_{in}/P_{out} ，这样可以在满足小区边缘性能的前提下，提高系统对小区内层用户的服务质量。

[0077] 下面再简要说明小区分层的规划过程。

[0078] 一个小区被分为内外两层，这种分层的原则可以用户的信道质量的。对于每一个小区，基站预先设置一个信道条件门限值 CQ_{th} ，当用户信道条件值高于 CQ_{th} 时，该用户就被划分到内层，否则就被划分到外层。

[0079] 就下行方向而言，基站可以通过用户的信道质量反馈 CQI 得到每一个用户的信道质量状况，从而判断某一个用户到底是分到内层还是外层。下行内外划分的结果不需要传送到用户。对于上行方向，基站可以通过接收信号和干扰来得到本小区内每个用户的信道质量，然后可确定该用户是被划分到哪一层。基站确定了用户被划分到哪一层之后，就可以通过下行的控制信道将该划分信息通知到用户，以便用户可以在上行方向上进行上述提到的功率控制。把上行方向和下行方向的小区内外层划分合二为一，可以减少一些系统的复杂度。考虑到上行和下行方向负载的不对称性和在小区内分布的不均匀性，这样的组合将降低干扰协调技术带来的增益，将上行和下行方向的小区划分分开是更好的选择。

[0080] 从上面的分析中可以看出，基于 CQ_{th} 的小区划分方法具有非常大的灵活性。通过对门限值 CQ_{th} 的改变，可以灵活地调整内层和外层负载的比例，提高系统的服务性能。内层负载相对较高的时候，可以提高 CQ_{th} ，收缩内层区域，将内层的一部分负载划分到外层；当外层的负载相对较高时，可以降低 CQ_{th} ，扩大内层区域，将外层的一部分负载划分到外层。使用调整 CQ_{th} 门限的方法改变小区内外层负载的相对比例的界限如下：

[0081] (1) 提高 CQ_{th} ，收缩内层区域不应使小区外层负载超过满负载的界限。超过这个界限将会提高系统中一些用户的掉线率；

[0082] (2) 降低 CQ_{th} ，扩大内层区域不应超过每次保留资源重新调整时确定的内层区域界限。因为扩大的内层区域将增加对邻小区外层用户的干扰。

[0083] 为了进一步分析本发明中基于调度的可控干扰协调的优点，下面以仿真结果进行验证。

[0084] 表 1 为用于仿真的具体参数配置，在此仿真的是上行链路的情况。

[0085]

参数	说明 / 假设
工作频段	2GHz
系统带宽	5MHz
chunk 总数	15
小区配置	正六边形全向小区
Node B(基站) 数目	19
小区半径	1km
UE(用户设备) 最大发送功率	21dBm
路径损耗模型	$128.1+37.6*\log_{10}(d)$ (d 的单位 为千米)
阴影 / 快衰	无
Node B(基站) 噪声系数	9dB
热噪声密度	-174dBm/Hz

[0086] 表 1：OFDMA 系统仿真配置

[0087] 在仿真结果中，主要用用户的 SIR 衡量用户信道质量的好坏，用频谱利用率衡

量系统性能的优劣。这里所说的频谱利用率是利用 Shannon 定理得出的，只考虑使用本发明中基于调度的可控干扰协调的方法，未考虑使用其它的技术对 SNR 性能的改善的影响。频谱利用率计算公式如下：

$$[0088] \eta = C/W = \log_2(1+SIR)$$

[0089] 图 9A 和图 9B 分别描述了本发明中的基于调度的可控干扰协调方法和静态的干扰协调方法 (3GPP 技术报告 [4]、[5]) 对小区边缘性能和 OFDMA 系统性能的改善情况。在这两幅图里，我们假定系统的负载分布是不随时间发生变化的，因此并没有使用本发明方法中的发送功率规划和小区内外层规划。图 9A 中的 A101、A104、A107 分别表示无干扰协调下的高度、中度、低度负载的累计概率，A102、A105、A108 分别表示静态干扰协调下的高度、中度、低度负载的累计概率，A103、A106、A109 分别表示本发明中的传输块 chunk 规划的高度、中度、低度负载的累计概率。通过比较 OFDMA 系统在高度、中度、低度三种负载情况下的频谱利用率，我们可以看出本发明方法的优点所在。在系统为高度、中度、低度负载时，静态的干扰协调方法可以在不损失系统频谱利用率，在一定程度上提高小区边缘频谱利用率。在系统高度负载的情况下，本发明中的方法和静态的协调方法性能相当。但是，从图 9A 和图 9B 中可以看出，随着系统负载的降低，本发明中的方法可以提高系统频谱利用率，而且对小区边缘频谱利用率的提高程度也比静态的协调方法高出不少。系统的负载越低，本发明中的方法在这两个方面的优势越明显。

[0090] 图 10A 和图 10B 分别描述了本发明中的基于调度的可控干扰协调方法和频域半静态的干扰协调方法 (3GPP 技术报告 [6]) 对小区边缘性能和 OFDMA 系统性能的改善情况。考虑到要在相同的情况下作对比，在这两幅图中没有使用本发明方法中的小区内外层规划，但是系统的负载分布是随着时间的变化而变化的。从这两幅图我们可以看出，这两种干扰协调方法都可以在不损失系统频谱利用率的情况下提高小区边缘的频谱利用率，但是本发明中的方法提高的程度更加明显。如果加入本发明中提到的发送功率规划，对小区内层的发送功率做一定程度的限制，小区边缘频谱利用率将大大提高；并且这种提高并不会带来系统频谱利用率的降低。

[0091] 因此，从图 9A、图 9B、图 10A、图 10B 中可以得出如下结论：本发明中保留资源规划的方法对 OFDMA 系统的性能改善非常明显，特别是小区边缘性能。

[0092] 图 11A 和图 11B 分别描述了本发明的基于调度的可控干扰协调方法和中的发送功率规划对小区边缘性能和 OFDMA 系统性能的改善情况。在这两幅图中，假定系统的负载分布不随时间的变化而变化。从这两幅图中我们可以看出（图中的 PC0.7 和 PC0.3 表示将小区内层的发送功率限制到没有功率限制时的 70% 和 30%），对小区内层进行一定程度的功率控制可以大幅提高小区边缘的频谱利用率，但是，小区内层的频谱利用率随发送功率的减小的而变化不是很大。因此，本发明中的发送功率规划方法可以在略微损失小区内层性能的情况下，大幅度提高小区边缘性能。

[0093] 图 12A 和图 12B 分别描述了本发明的基于调度的可控干扰协调方法中的小区内外层规划对小区边缘性能和 OFDMA 系统性能的改善情况。在这两幅图里，我们假定小区内的负载分布如下：小区中央的负载高，小区边缘的负载低。从这两幅图中可以看出（CC2 对内层小区的收缩程度比 CC1 大），小区内层规划方法不但可以大幅度提高小区边

缘的频谱利用率，对系统频谱利用率也有一定程度的提高。因此，本发明中的小区内层规划方法对小区边缘和整体系统的性能都能改善。

[0094] 以上是对本发明干扰协调方法的说明，下面再对本发明的干扰协调装置进行说明。

[0095] 本发明的正交频分多址系统的干扰协调装置包括：保留资源分配单元，从所有传输块 chunk 中，分别为每个小区选取部分传输块 chunk 作为所述小区的保留资源；小区区域规划单元，将每个小区划分为内层区域及外层区域；其中，当小区内用户发送或接收数据时，所述分配保留资源单元根据所述用户所处的区域，为所述用户分配传输块 chunk。

[0096] 此外，所述装置还可包括：系统负载监控单元，判断系统负载是否发生变化。保留资源调整单元，根据小区内或小区间负载的变化，对保留资源进行重新调整。参数设置和调整单元，设置和调整信道条件门限值 CQ_{th} 及负载比例参考值。功率调整单元，调整小区内的内层及外层区域的发送功率。

[0097] 图 13 是本发明干扰协调装置的第一实施例的结构图。如图所示，在干扰协调装置 130 中，保留资源分配单元 1301、小区区域规划单元 1302、系统负载监控单元 1303、保留资源调整单元 1304、参数设置和调整单元 1305、功率调整单元 1306、控制单元 1307、输入输出单元 1308 以总线结构连接，其中，输入输出单元 1308 是与干扰协调装置 130 外部通信的接口，所有进出干扰协调装置 130 的信令或数据都要经过输入输出单元 1308。控制单元 1307 控制所有单元的操作。需要说明的是，任何一个单元都可以通过总线向其他任何单元发出指令，其他任何单元会根据指令完成操作。还需要说明的是，图 13 中的一个保留资源调整单元 1304 与三个小区区域规划单元 1302 相接，每一个小区区域规划单元 1302 与分别与一个功率调整单元 1306 相接，即，三个小区共用一个保留资源调整单元 1304，针对每一个小区分别有一个小区区域规划单元 1302 及功率调整单元 1306，当要调整保留资源时，三个小区就可以统筹协调分配保留资源，这样每一个小区内层及外层区域就要重新划分，功率也可以相应的调整。

[0098] 以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以作出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

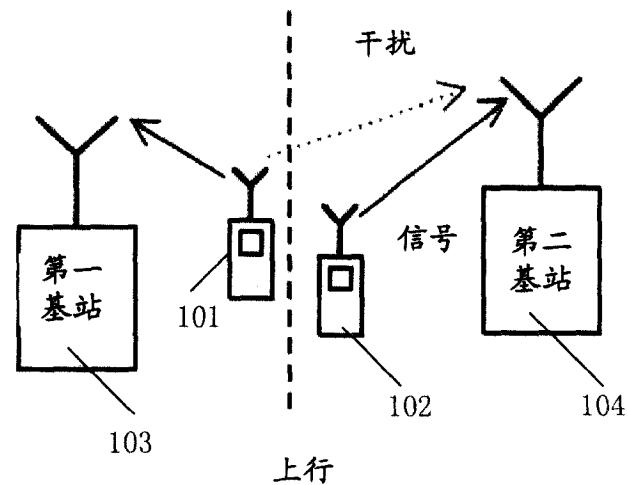


图 1A

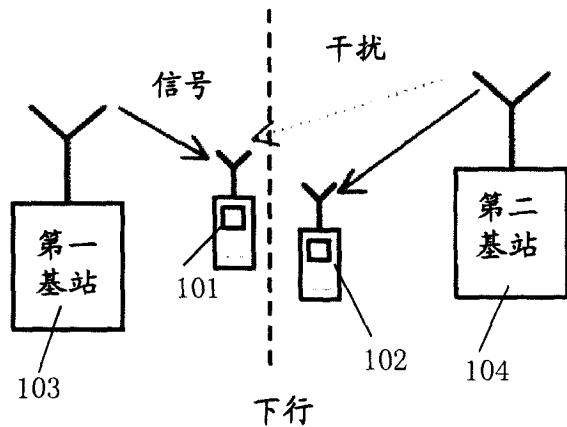


图 1B

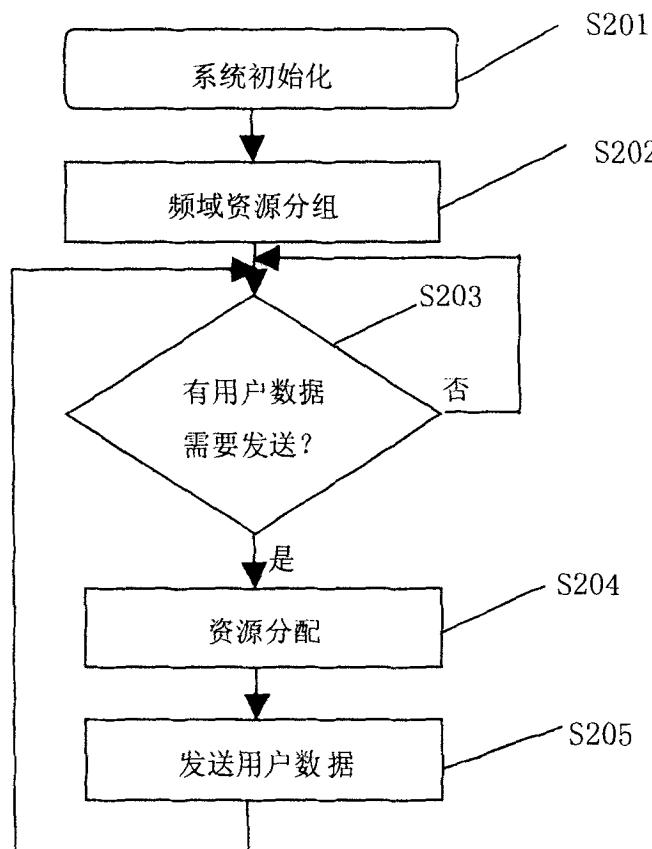


图 2

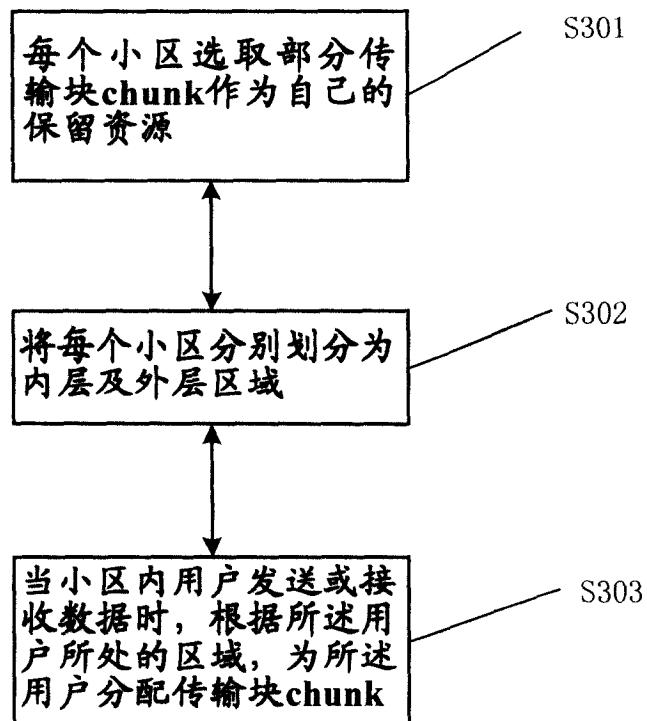


图 3

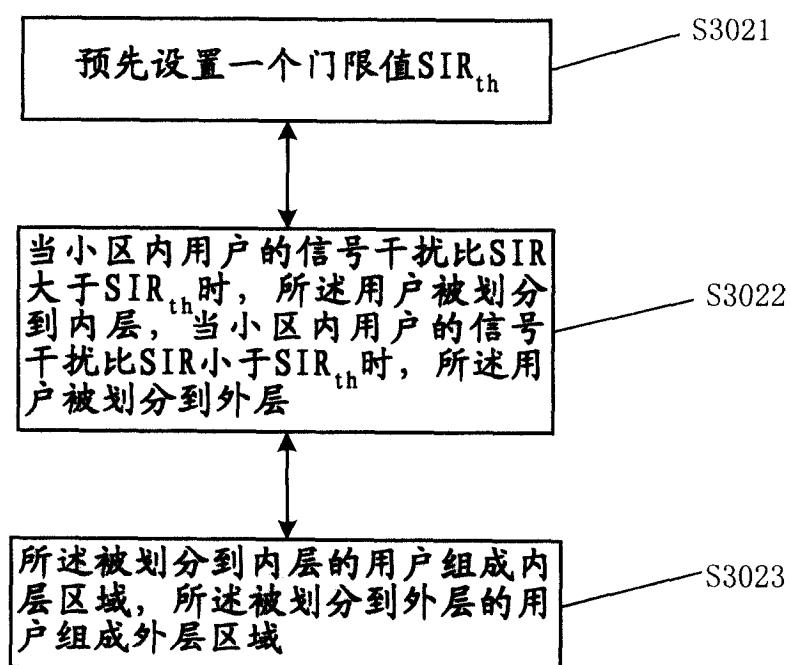


图 4

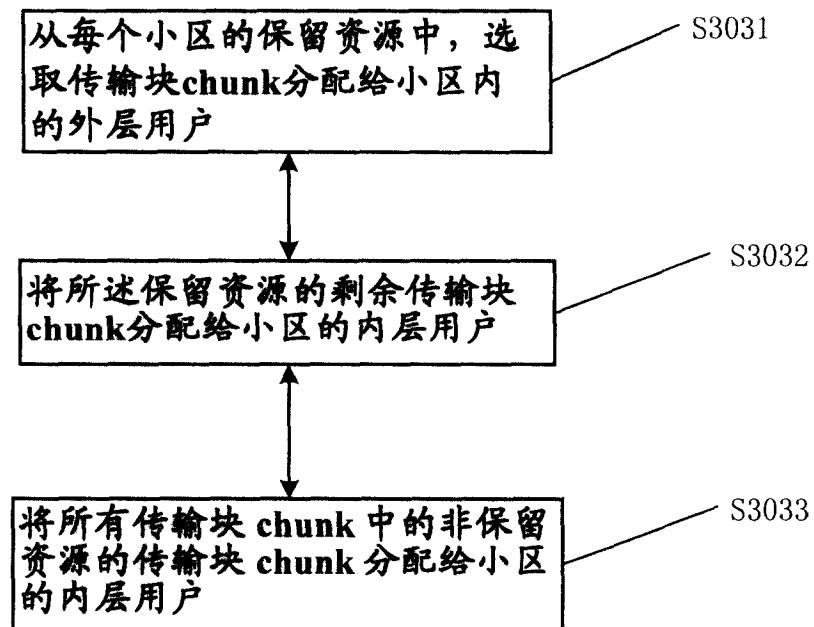


图 5

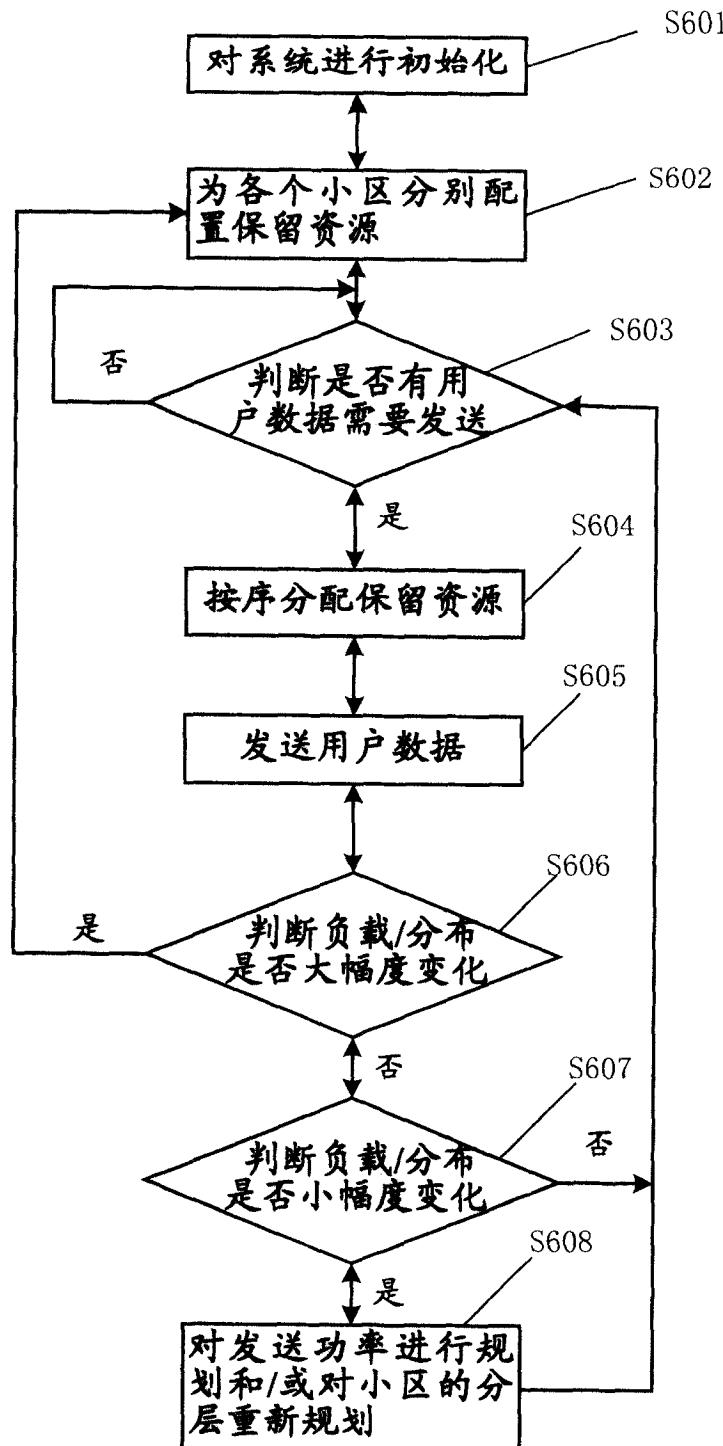


图 6

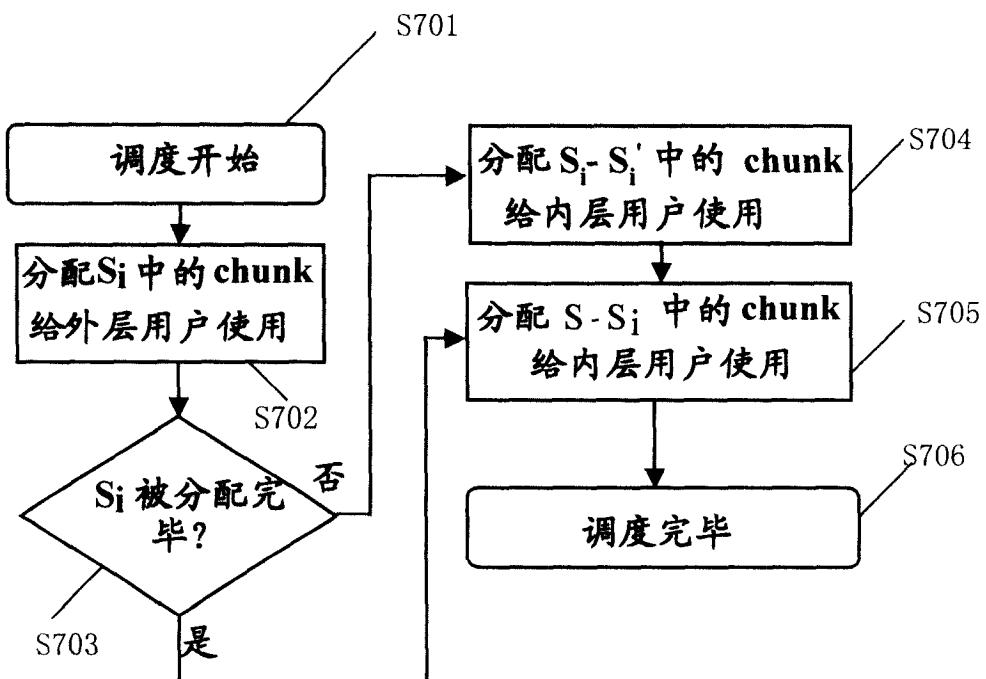
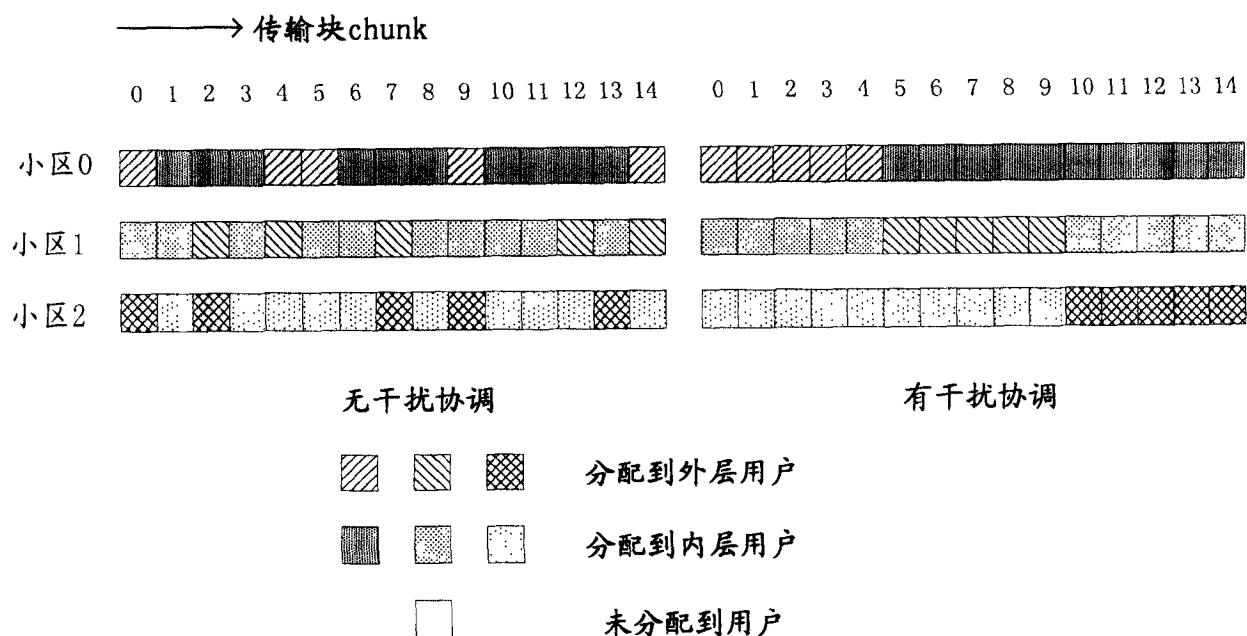


图 7



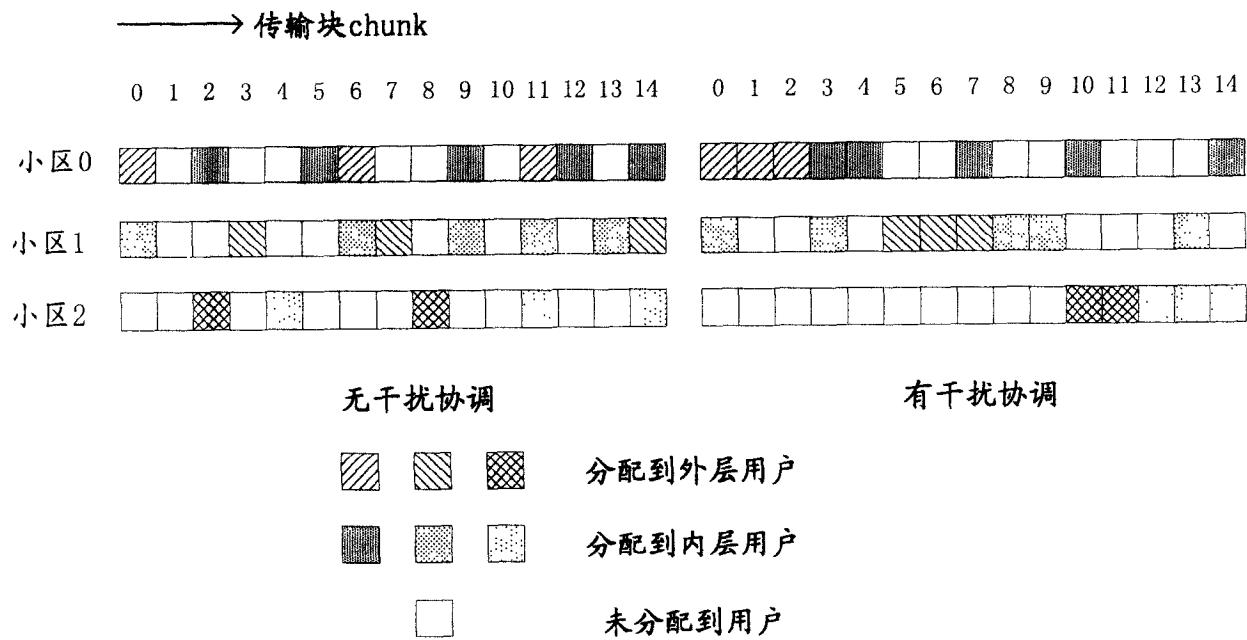


图 8B

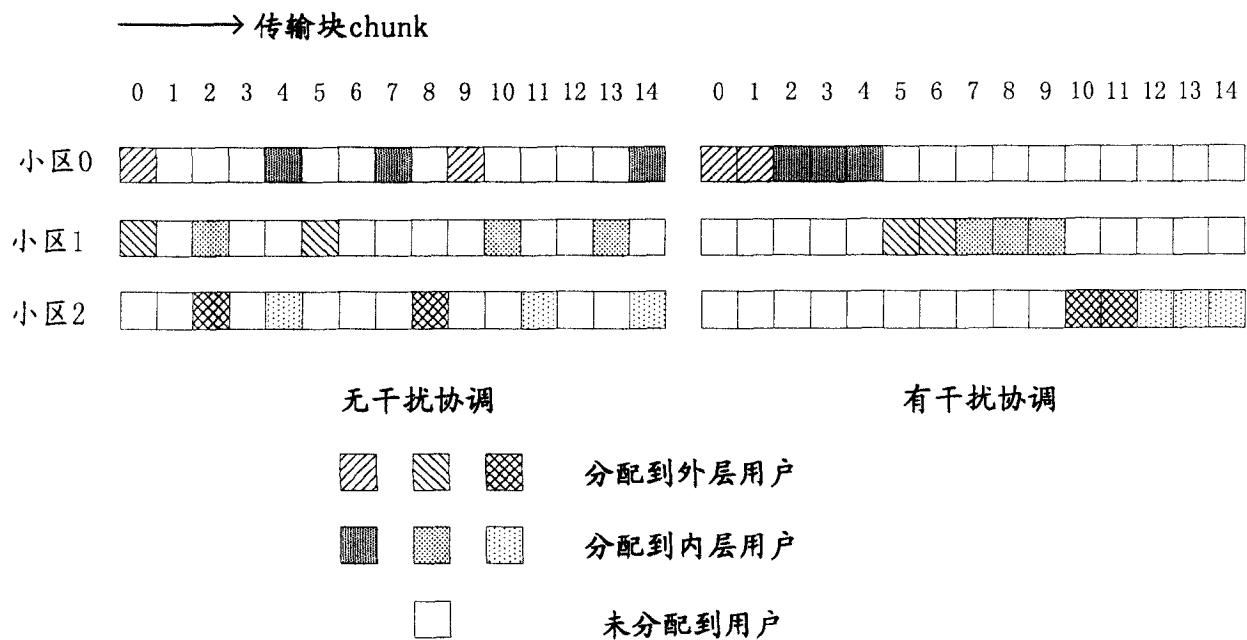
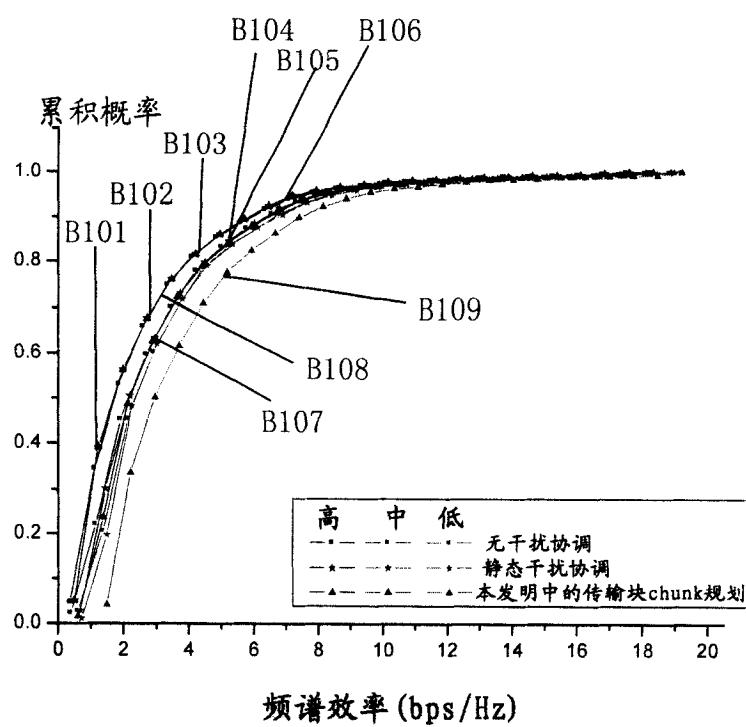
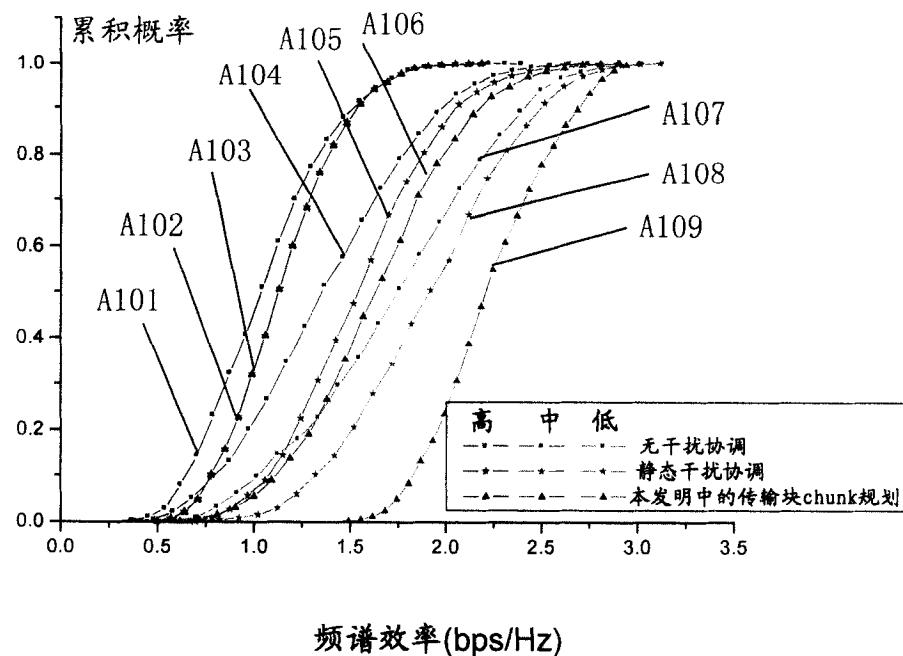
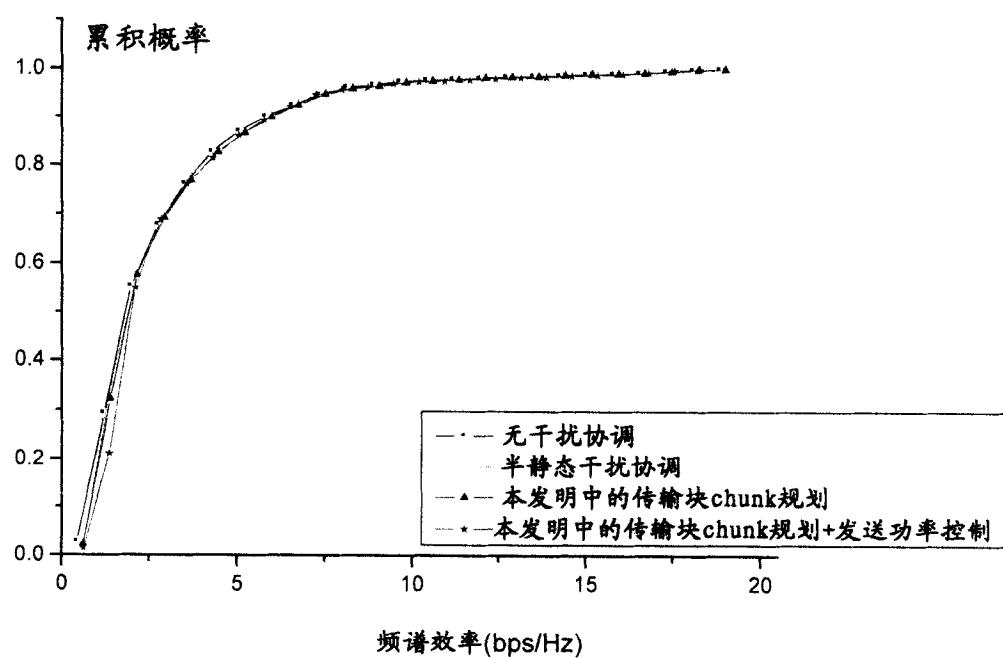
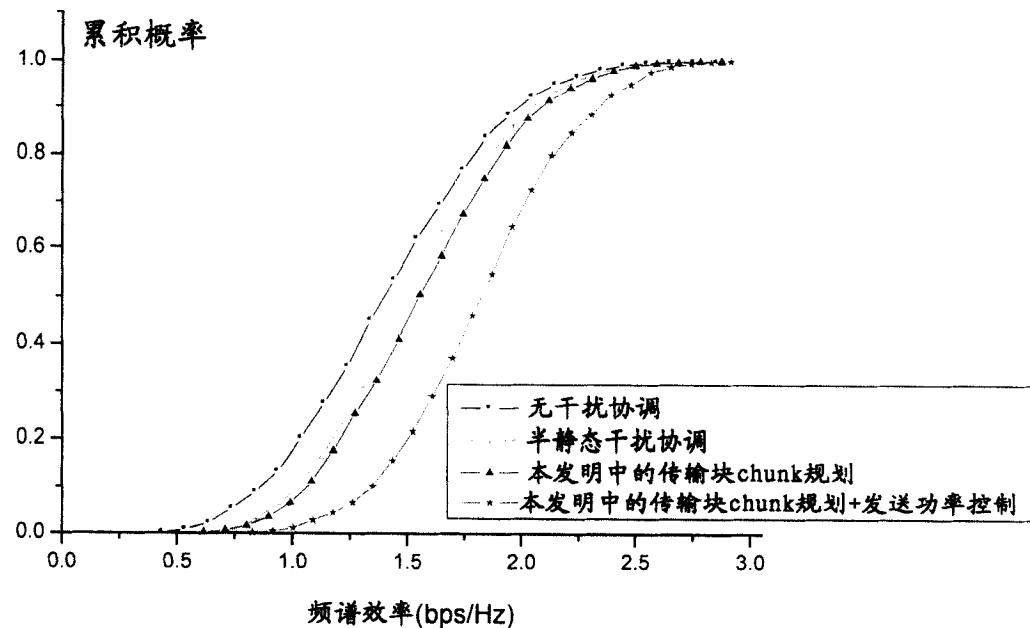
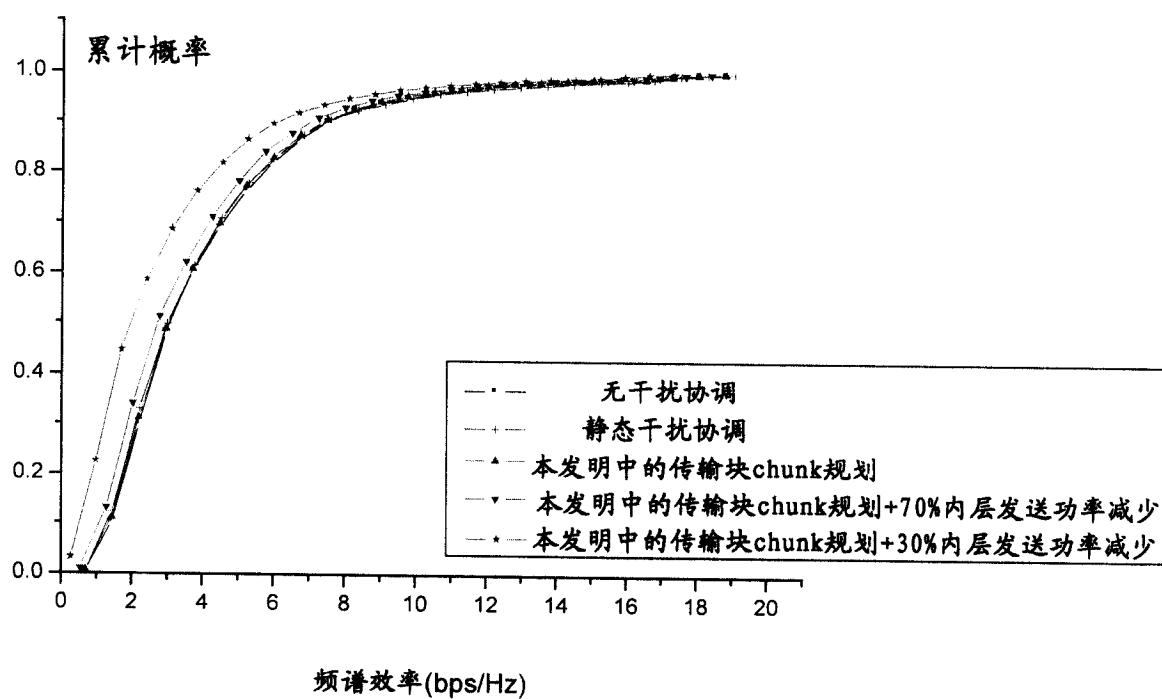
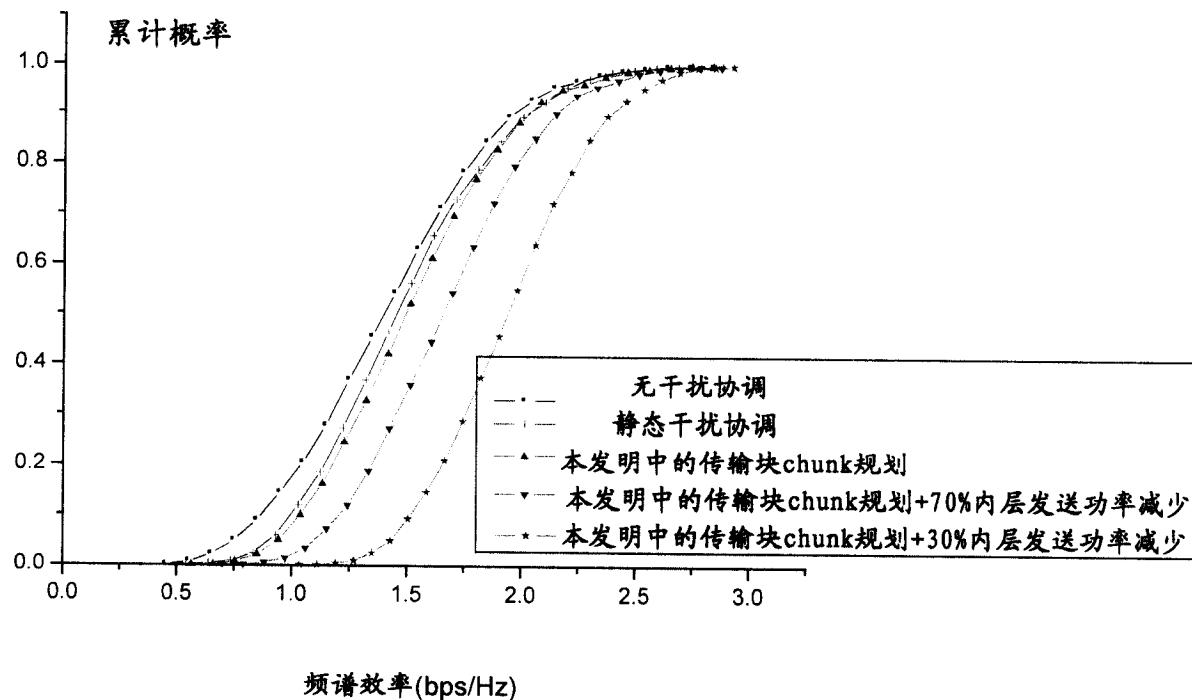
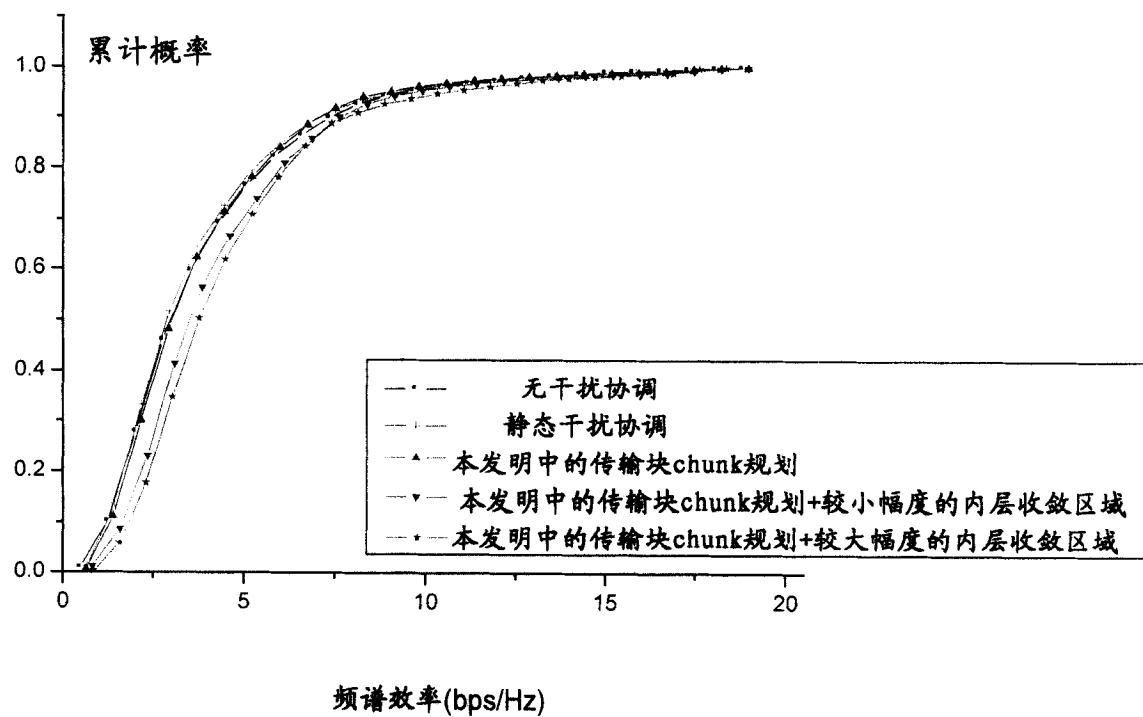
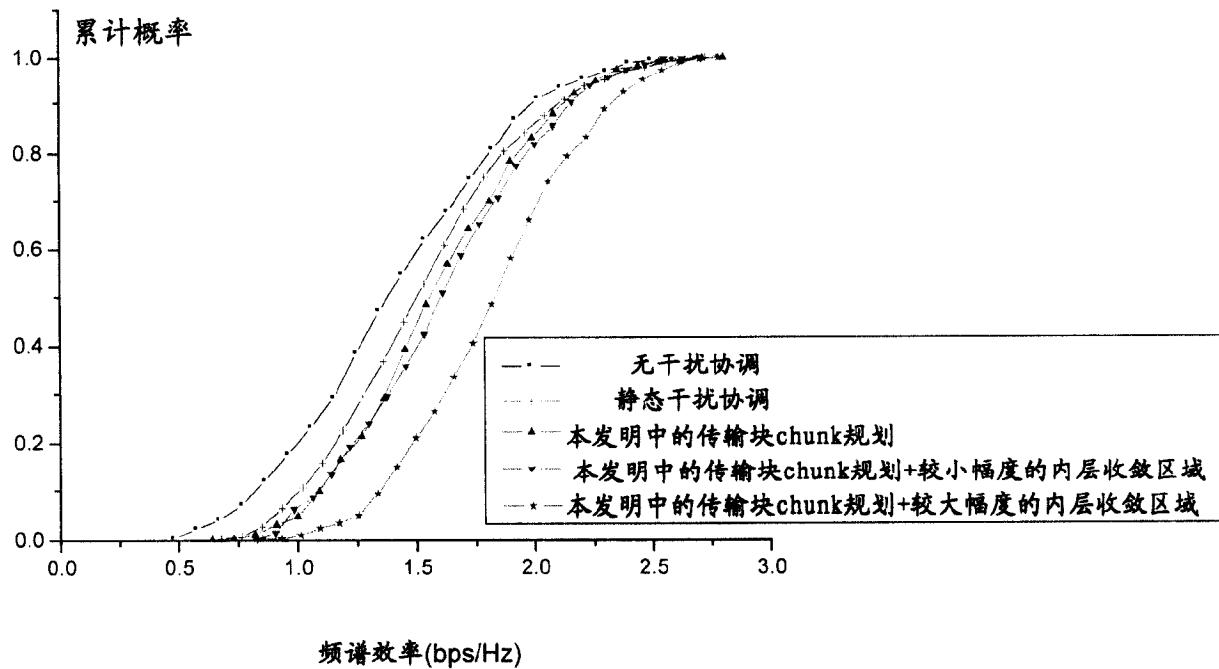


图 8C









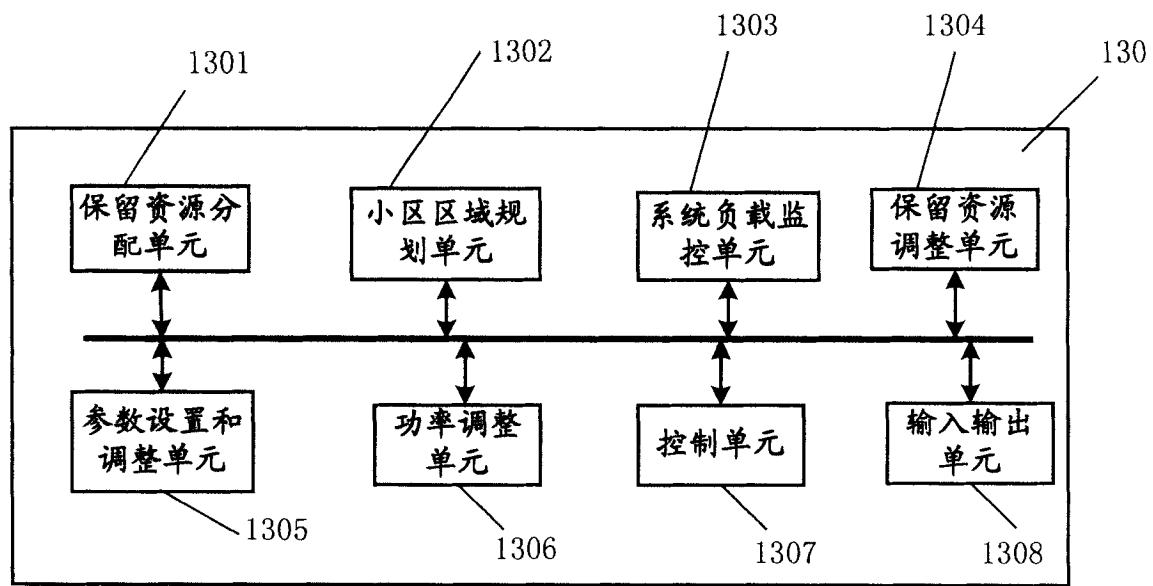


图 13