[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
H04J 11/00

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00103869.9

[45] 授权公告日 2005 年 2 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1187917C

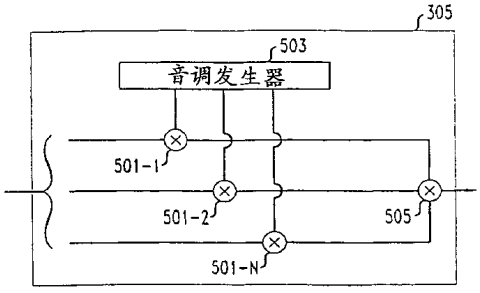
[22] 申请日 2000.3.10 [21] 申请号 00103869.9
[30] 优先权
[32] 1999. 3.11 [33] US [31] 09/267,471
[71] 专利权人 弗拉里奥恩技术公司
地址 美国新泽西州
[72] 发明人 雷基夫·拉罗阿 厉隽怿
米切拉·C·范德文
审查员 王国梅
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 蒋世迅

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 2 页

[54] 发明名称 基于正交频分复用技术的扩频多址

[57] 摘要

在一种基于正交频分复用技术的扩频多址系统中，整个带宽被分成若干个正交音调，所有的正交音调在每个小区中复用。 为了减小移动发射机中的峰值对平均值比率，最好给每个话音用户分配单个正交音调，但不大于非常小数目的正交音调用于与基站的通信。 给数据用户类似地分配用于数据通信的音调，然而，分配给每个数据特定用户的音调数目是该用户数据速率的函数。 对给定用户的音调分配在可利用的频带内不总是相同的，而是对每个用户分配的音调随时跳频。



ISSN1008-4274

1. 一种运行基于蜂窝式正交频分复用技术（OFDM）的扩频多址无线系统的方法，包括以下步骤：

分配第一数目的正交音调给以第一位速率传输信息的每个用户；

在可利用的频谱范围内随时跳频所述分配的音调，其中在所述系统的下行链路，所述分配的音调是快速跳频；以及在所述系统的上行链路，所述分配的音调是慢速跳频。

2. 按照权利要求 1 的方法，其中所述第一数目的正交音调是 1。

3. 按照权利要求 1 的方法，其中所述以第一位速率传输的信息是话音。

4. 按照权利要求 1 的方法，其中所述分配的音调是利用为互相正交拉丁方的函数的图形跳频的。

5. 按照权利要求 1 的方法，还包括步骤：分配若干个大于所述第一数目的正交音调给以第二位速率传输信息的每个用户，其中所述第二位速率大于所述第一位速率。

6. 按照权利要求 5 的方法，其中所述以第二位速率传输的信息是数据。

7. 按照权利要求 5 的方法，其中所述跳频步骤还包括：与跳频以第一位速率传输信息的每个用户所分配的所述音调的同时，跳频以第二位速率传输信息的每个用户所分配的所述音调。

8. 按照权利要求 6 的方法，其中功率控制是在所述数据的下行链路完成的，所以，该数据每个音调发射的符号数目是每个音调分配的功率和下行链路信道衰减的函数。

9. 按照权利要求 6 的方法，其中功率控制是在所述数据的上行链路完成的，所以，该数据每个音调发射的符号数目是每个音调分配的功率和上行链路信道衰减的函数。

10. 一种运行基于蜂窝式正交频分复用技术（OFDM）的扩频多址无线系统的方法，包括以下步骤：

分配正交音调用于传输数据;

在可利用的频谱范围内随时跳频所述分配的音调，其中在所述系统的下行链路，所述分配的音调是快速跳频；以及在所述系统的上行链路，所述分配的音调是慢速跳频。

11. 按照权利要求 10 的方法，其中功率控制是在数据通信的下行链路完成的，所以，每个音调发射的符号数目是每个音调分配的功率和下行链路信道衰减的函数。

12. 按照权利要求 10 的方法，其中功率控制是在数据通信的上行链路完成的，所以，每个音调发射的符号数目是每个音调分配的功率和上行链路信道衰减的函数。

13. 一种运行基于蜂窝式正交频分复用技术（OFDM）的扩频多址无线系统的方法，包括以下步骤:

分配一定数目的正交音调用于无线终端与基站的通信；以及

在可利用的频谱范围内随时跳频所述分配的音调，其中所述分配的音调是利用为互相正交拉丁方的函数的图形跳频的。

14. 按照权利要求 13 的方法，其中所述与基站的通信是传输话音信息。

15. 按照权利要求 13 的方法，其中所述数目是 1。

16. 一种运行基于蜂窝式正交频分复用技术（OFDM）的扩频多址无线系统的设备，包括以下装置:

分配一定数目的正交音调用于以第一位速率传输信息的装置;

在可利用的频谱范围内随时跳频所述分配音调的装置，其中在所述系统的下行链路，所述分配的音调是快速跳频；以及在所述系统的上行链路，所述分配的音调是慢速跳频。

17. 按照权利要求 16 的设备，其中所述数目是 1。

18. 按照权利要求 16 的设备，其中所述以第一位速率传输的信息是话音。

19. 一种用于基于蜂窝式正交频分复用技术（OFDM）的扩频多址无线系统的处理器，所述处理器执行计算机可读形式的软件，所述

软件安排在功能模块中，并包括:

分配一定数目的正交音调用于以第一位速率传输信息的模块;

在可利用的频谱范围内随时跳频所述分配音调的模块，其中在所述系统的下行链路，所述分配的音调是快速跳频；以及在所述系统的上行链路，所述分配的音调是慢速跳频。

20. 按照权利要求 19 的处理器，其中所述数目的分配正交音调是 1。

21. 按照权利要求 19 的处理器，其中所述以第一位速率传输的信息是话音。

22. 一种运行基于蜂窝式正交频分复用技术（OFDM）的扩频多址无线系统的方法，所述基于 OFDM 的扩频多址无线系统的每个小区分配到占用一段频带中的一组正交音调，该方法包括以下步骤:

分配一定数目的正交音调用于传输话音;

在可利用的频谱范围内随时跳频所述分配音调，其中在所述系统的下行链路，所述分配的音调是快速跳频；和在所述系统的上行链路，所述分配的音调是慢速跳频;

其中给基于所述 OFDM 的扩频多址无线系统中每个用户的所述一组正交音调占用的所述频带大致是相同的。

基于正交频分复用技术的扩频多址

技术领域

本发明涉及基于正交频分复用技术（OFDM）的扩频多址，例如，可以用在无线通信系统和其他的通信系统中。

背景技术

我们希望，无线通信系统有尽可能高的效率，可以使 a）服务的用户数目，和 b）数据速率（若有数据服务）都最大。无线系统是共用媒体系统，即，有固定的可利用带宽，所有的系统用户一定共享此带宽。这些系统往往是所谓的“蜂窝式”系统，其中覆盖的地区被分割成独立的小区，每个小区由一个基站提供服务。

众所周知，蜂窝式无线系统中两个特别理想的特征是：1）小区内干扰，即，一个用户经受与该用户相同小区内其他用户的干扰，是尽可能地小；和 2）小区间干扰，即，一个用户经受与该用户不同的小区内其他用户的干扰，是相邻小区内全部用户所受干扰的平均。大部分现有技术的数字蜂窝式系统是时分多址（TDMA）系统，例如，基于移动通信特别研究组（GSM）的系统，基于中间标准（IS）-136 的系统，或基于 IS-54 的系统，或它们是码分多址（CDMA）系统，例如，基于 IS-95 的系统。

在现有技术窄带 TDMA 系统中，相邻基站利用频谱中的不同部分，例如，非重叠的频谱。然而，互相之间远离以避免它们之间干扰的诸基站，即，非相邻的诸基站，可以利用频谱中的相同部分。尽管这个频谱被复用，但每个小区内使用的频谱只是全部可利用频谱的一小部分。小区内的每个用户有其自己唯一的频带和时隙组合，因此，TDMA 系统没有小区内干扰，即，这些系统有蜂窝式无线系统的第一理想特征。然而，TDMA 系统没有第二理想特征，给定用户只与小区

外少量用户干扰，所以，频谱复用是基于最差情况下的干扰，而不是基于平均干扰。其结果是，该系统有低的“频谱”效率。

在现有技术直接序列（DS）-CDMA 系统中，整个带宽被每个基站利用，但每个基站利用不同的扩展码。这种 CDMA 系统比窄带 TDMA 系统有较高的频谱效率。因此，CDMA 系统有蜂窝式无线系统的第二理想特征。然而，CDMA 系统没有蜂窝式无线系统的第一理想特征，其原因是，虽然从小区内基站发射的诸信号是正交的，由于信道色散，接收机中接收到的诸信号不一定是正交的。这就导致相同小区内诸用户之间的干扰。

建议的现有技术跳频（FH）-CDMA 系统非常类似于窄带 TDMA 系统，不同的是，它们采用跳频技术以得到蜂窝式无线系统的第二理想特征。尤其是，每个发射机发射窄带信号，周期性地改变载频以获得跳频。然而，不利的是，这种跳频相对而言较慢，减小了系统能够容许的传输路径上给定延迟可以获得的平均量。

1995 年 4 月 25 日给 Roche 等人授权的美国专利 No.5,410,538 公开一种多音调 CDMA 系统。这种系统基本上是一个 OFDM 系统，通过确保小区内接收到的诸信号是正交的，以消除小区内干扰。因此，Roche 等人的系统具有蜂窝式无线系统的两个理想特征。然而，Roche 等人的系统把频谱分成大量的音调，使该系统对移动系统中的多普勒（Doppler）频率漂移十分灵敏。此外，由于每个移动用户在大量音调上发射，移动发射机的峰值对平均值比率非常高，导致移动台中很差的功率效率，功率往往是移动台中一个受限制的资源，这一点是很不利的。

1996 年 8 月 20 日给 Brajal 等人授权的美国专利 No.5,548,582 公开一种基于一般宽带正交频分复用技术（OFDM）的扩频多址。

我们已确认，Brajal 等人的系统在蜂窝式系统中使用不是最佳的，其中没有说明如何优化 a）跳频图，b）音调分配，或 c）带宽复用。我们还确认，单独地和/或集体地优化这些因素，对于得到频谱高效的系统是重要的，即，这种系统具有蜂窝式无线系统中两个特别理想的

特征。所以，按照本发明的原理，OFDM 多址系统中的整个带宽被分成若干个正交音调，所有的正交音调在每个小区内复用。为了减小移动发射机中的峰值对平均值比率，最好给低位速率用户（例如，话音用户）分配单个正交音调，而不大于非常小数目的正交音调用于与基站的通信。类似地给数据用户分配用于数据通信的音调。然而，分配给每个数据特定用户的音调数目是该用户数据速率的函数。对给定用户的音调分配在可利用的频带内不总是相同的，对每个用户分配的音调随时跳频。

发明内容

按照本发明的一个方面，设计音调跳频图（hopping pattern）以获得最大的频率分集和对小区间干扰取平均，例如，利用这样一种图形（pattern），它是作为互相正交拉丁方的函数产生的。更具体地说，在下行链路，即，在从基站到移动台的信道上，分配给每个用户的音调相对地变化较快，例如，从符号到符号，即，用户快速地从一种音调“跳”到另一种音调。然而，在上行链路，即，在从移动台到基站的信道上，虽然快速地跳频是可能的，但效率低，所以最好采用慢速跳频，可以有效地调制上行链路信号。然而，在上行链路采用慢速跳频时，必须利用附加的技术（例如，间插方法）以补偿小区间干扰平均效应的下降。

按照本发明的另一方面，在数据通信时，在上行链路和/或下行链路采用功率控制以增大传输速率，例如，通过增大每单位时间每个音调发射的符号数目或编码速率，作为每个音调分配的功率和相应信道衰减的函数。

根据本发明，提供了一种运行基于蜂窝式正交频分复用技术（OFDM）的扩频多址无线系统的方法，包括以下步骤：分配第一数目的正交音调给以第一位速率传输信息的每个用户；在可利用的频谱范围内随时跳频所述分配的音调，其中在所述系统的下行链路，所述分配的音调是快速跳频；和在所述系统的上行链路，所述分配的音调

是慢速跳频。

根据本发明，提供了一种运行基于蜂窝式正交频分复用技术（OFDM）的扩频多址无线系统的方法，包括以下步骤：分配正交音调用于传输数据；在可利用的频谱范围内随时跳频所述分配的音调，其中在所述系统的下行链路，所述分配的音调是快速跳频；以及在所述系统的上行链路，所述分配的音调是慢速跳频。

根据本发明，提供了一种运行基于蜂窝式正交频分复用技术（OFDM）的扩频多址无线系统的方法，包括以下步骤：分配一定数目的正交音调用于无线终端与基站的通信；以及在可利用的频谱范围内随时跳频所述分配的音调，其中所述分配的音调是利用为互相正交拉丁方的函数的图形跳频的。

根据本发明，提供了一种运行基于蜂窝式正交频分复用技术（OFDM）的扩频多址无线系统的设备，包括以下装置：分配一定数目的数目正交音调用于以第一位速率传输信息的装置；在可利用的频谱范围内随时跳频所述分配音调的装置，其中在所述系统的下行链路，所述分配的音调是快速跳频；以及在所述系统的上行链路，所述分配的音调是慢速跳频。

根据本发明，提供了一种用于基于蜂窝式正交频分复用技术（OFDM）的扩频多址无线系统的处理器，所述处理器执行计算机可读形式的软件，所述软件安排在功能模块中，并包括：分配一定数目的正交音调用于以第一位速率传输信息的模块；在可利用的频谱范围内随时跳频所述分配音调的模块，其中在所述系统的下行链路，所述分配的音调是快速跳频；和在所述系统的上行链路，所述分配的音调是慢速跳频。

根据本发明，提供了一种运行基于蜂窝式正交频分复用技术（OFDM）的扩频多址无线系统的方法，所述基于 OFDM 的扩频多址无线系统的每个小区分配到占用一段频带中的一组正交音调，该方法包括以下步骤：分配一定数目的正交音调用于传输话音；在可利用的频谱范围内随时跳频所述分配音调，其中在所述系统的下行链路，所

述分配的音调是快速跳频；和在所述系统的上行链路，所述分配的音调是慢速跳频；其中给基于所述 OFDM 的扩频多址无线系统中每个用户的所述一组正交音调占用的所述频带大致是相同的。

附图说明

在以下附图中：

图 1 表示在带宽 W 内一个小区可利用的正交音调实例，其中频率间隔为 Δ；

图 2 表示符号传输中的符号周期 T 和传输循环前缀所需的附加时间 T_C 的时域图；

图 3 表示 OFDM 发射机实例的方框图；

图 4 表示 OFDM 接收机实例的方框图；

图 5 表示基站中图 3 所示数据音调应用器（data-to-tone applier）305 的详细实施装置；

图 6 表示另一种 OFDM 发射机实例的方框图；和

图 7 表示另一种 OFDM 接收机实例的方框图。

具体实施方式

以下仅仅举例说明本发明的原理。因此，可以理解，专业人员能够设计出各种装置，虽然此处没有明确地描述或展示这些装置，但是体现本发明的原理并包含在其精神和范围内。此外，此处叙述的所有例子和条件语言主要是用于教育，帮助读者了解本发明的原理和发明者提出的概念以加深理解，应当不受这些特定叙述的例子和条件的限制。而且，此处叙述的有关本发明原理，观点和实施例的说明以及具体的例子应当包括其结构和功能两方面相当的内容。此外，我们认为，这些相当的内容包含当前已知的和未来发展的，即，完成相同功能而发展的任何其他方面，它与结构无关。

因此，例如，专业人员可以理解，此处的方框图代表体现本发明原理的所述电路原理图。同样地，可以理解，任何的流程图，状态转

换图，伪码，等等代表各种过程，这些过程基本上可以表示在计算机可读的媒体中并由计算机或处理器来执行，不管此处是否明确地画出这种计算机或处理器。

图中表示的各个单元功能，包括用“处理器”标记的功能块，可以通过利用专用硬件和能够执行软件的硬件与恰当软件的结合而实现。在有处理器的情况下，其功能可以由单个专用处理器，单个共用处理器，或多个单独处理器实现，其中一些处理器可以共用。此外，明确使用的术语“处理器”或“控制器”不应当认为是专门指能够执行软件的硬件，可以隐含地包括（不受此限制）：数字信号处理器（DSP）硬件，用于存储软件的只读存储器（ROM），随机存取存储器（RAM），和非易失性存储器。还可以包括其他普通的和/或定制的硬件。类似地，图中画出的开关只是原理性的。它们的功能可以这样来实现，通过运行程序逻辑，通过专用逻辑，通过程序控制与专用逻辑的相互作用，或者甚至用手动方式，能够从上下文中更具体地了解执行者可以选择的具体方法。

在权利要求书中，表示为完成特定功能装置的任何单元，可以包括完成该功能的任何方法，例如，包括：a）完成该功能的电路单元的组合或 b）包括固件，微码等在内的任何形式软件，与适当电路的组合，用于执行完成该功能的那个软件。权利要求书中确定的本发明是基于这样的事实，各种列举装置给出的功能是按照权利要求书中要求的方式组合在一起。因此，申请人把能够提供那些功能的任何装置相当于此处所提到的一些装置。

在描述本发明之前，需要大致明白本发明运行的环境，即，正交频分复用（OFDM）系统。

正交频分复用（OFDM）系统利用一段频率带宽内若干个正交音调从不同的用户同时发射数据。特别是，对于任何特定的用于符号传输的符号周期 T 和给定的带宽 W，可利用的正交音调数目 N 是由 WT 给出。按照本发明的一个方面，相同的带宽 W 在每个小区中复用。正交音调之间的间隔为 Δ，它是由 1/T 给出。除了用于符号传输的符号

周期 T 以外，需要附加的时间 T_C 用于传输循环前缀，它是添加在每个符号周期上，用于补偿信道响应和发射机中脉冲整形滤波器引入的色散。因此，虽然利用了总的周期 $T+T_C$，仅仅 T 是用在用户的数据传输。

图 1 表示在带宽 W 内一个小区可利用的正交音调实例，其中频率间隔为 Δ。图 2 表示符号传输中的符号周期 T 和传输循环前缀所需的附加时间 T_C 的时域图。注意，在每个符号周期 T 内，数据可以基本上同时送到每个音调上。而且，数据符号周期 T 的最后部分往往用作图 2 所示方式的循环前缀。

图 3 表示 OFDM 发射机 301 实例的方框图。由于它的高水平，图 3 的方框图代表现有技术的 OFDM 发射机或按照本发明原理的 OFDM 发射机取决于图 3 中各个部件的具体实施方案。此外，OFDM 发射机 301 可以用在基站中作为下行链路发射机或用在移动台中作为上行链路发射机。以下要更充分地描述任何一种应用中所需的具体实施例。

OFDM 发射机 301 包括：a）编码器 303，b）数据音调应用器 305，c）音调分配单元 307，和 d）循环前缀预加器（prepender）309。

编码器 303 从源接收到用于传输的整体信息流，并按照特定的编码方案给以编码。这种整体信息流通常包含代表多于一个用户产生的信息流（若 OFDM 发射机 301 用于基站中）和只包含一个用户的信息流（若 OFDM 发射机 301 用于移动台中）。编码方案可以变化，不管特定信息流中传输的信息是话音或数据。一般专业人员能够 1）选取，例如，传统的卷积编码或分组编码，或 2）设计合适的编码方案，它作为干扰环境模型的函数，在该环境中部署 OFDM 系统。

数据音调应用器 305 调制从编码器 303 输出的整体编码信息流到各个可利用的音调上。对于整体编码信息流内的每个特定编码信息流，音调分配单元 307 至少分配一个音调，该音调用于调制从编码器 303 接收到的特定编码信息流。若特定编码信息流是话音，则按照本发明的一个方面，最好分配单个正交音调给特定编码信息流，但不可大于非常小数目的正交音调。若特定编码信息流是数据，则按照本发明的

一个方面，分配给特定编码信息流的正交音调数目是该特定编码信息流用户的数据速率的函数。

分配到每个编码信息流的音调是由音调分配单元 307 分配的，它把该分配方案传递给数据音调应用器 305。给定用户的音调分配在可利用的波段内不总是相同的，而是由音调分配单元 307 对分配给每个用户的音调随时跳频。

如上所述，循环前缀预加器 309 添加循环前缀到每个符号周期。添加的循环前缀只是给 OFDM 发射机 301 所用的音调。因此，例如，若 OFDM 发射机 301 是在利用所有音调的基站中，则循环前缀利用带宽 W 内所有的正交音调。若 OFDM 发射机 301 是在仅仅利用单个音调的移动台中，则循环前缀只利用那个特定的单个音调。有利的是，利用循环前缀避免了接收机所需要的均衡作用。

图 4 表示 OFDM 接收机 401 实例的方框图。与图 3 相同，由于它的高水平，图 4 的方框图表示现有技术的 OFDM 接收机或按照本发明原理的 OFDM 接收机取决于图 4 中各个部件的具体实施方案。此外，如图所示，OFDM 接收机 401 可以用在基站中作为下行链路接收机或用在移动台中作为上行链路接收机。以下要更充分地描述任何一种应用中所需的具体实施例。

OFDM 接收机 401 包括：a）循环前缀移去器（remover）409，b）音调数据提取器（tone-to-data extractor）405，c）音调分配单元 407，和 d）解码器 403。

在 OFDM 接收机 401 中接收到的信号，例如，由天线和放大器装置（未画出）提供给循环前缀移去器 409。循环前缀移去器 409 从接收信号的每个总周期中去掉循环前缀。留下的具有周期 T 的信号提供给音调数据提取器 405。

音调数据提取器 405 提取 OFDM 接收机 401 所用各个音调上接收到的每个信息流，得到一个整体重建数据流。给 OFDM 接收机 401 使用的音调是由音调分配单元 407 分配的，它把该分配方案传递给音调数据提取器 405。给定用户的音调分配在可利用的波段内不总是相

同的，而是由音调分配单元 407 对分配给每个用户的音调随时跳频。所以，OFDM 发射机 301 的音调分配单元 307 与相关 OFDM 接收机 401 的音调分配单元 407 之间的对应关系是必需的。这种对应关系通常是通过事先的安排获得的，例如，在建立呼叫之后。

解码器 403 从音调数据提取器 405 接收传输的整体信息流，并把它解码得到整体的输出信息流。解码过程往往是按照编码该信息流的逆过程完成的。然而，考虑到信道和其他的效应，可以对解码过程作改动以得到比直接利用逆编码过程更可靠的解码输出。或者，考虑到信道响应，干扰，和其他的效应，可以研制专门的算法，用于解码接收到的信号。这种整体输出信息流通常包含代表多于一个用户产生的信息流（若 OFDM 接收机 401 用于基站中）和只包含一个用户的信息流（若 OFDM 接收机 401 用于移动台中）。

形成的整体输出信息流提供给目的地作进一步的处理。例如，若信息流是话音和 OFDM 接收机 401 是在移动台中，则提供的该信息流转变成用户可以重放的音响信号。若信息流是话音和 OFDM 接收机 401 是在基站中，则该话音信息可以分开，传输到最后的目的地，例如，经无线网。

图 5 表示基站中图 3 所示数据音调应用器 305 的详细实施装置。每个乘法器 501 把特定的信息流乘以正弦波形，该正弦波形是一种正交音调，由音调发生器 503 产生。然后，加法器 505 对形成的调制信号求和。通常，数据音调应用器 305 是数字式的，例如，完成乘法器 501，音调发生器 503，和加法器 505 功能的处理器，该加法器采用正交音调的数字表示。

与图 5 所示相同的总体结构可用于实现移动台中的数据音调应用器 305。然而，取代有 N 个乘法器的基站覆盖小区内 N 个正交音调的整个范围，只有使用最大数目正交音调的移动台需要有可利用的乘法器。由于许多移动台仅仅限于话音，所以，只需提供一个乘法器。然而，以下要更详细地描述的，由于给每个用户的音调分配是变化的，要求移动台中的音调发生器能够产生全部 N 个正交音调的范围。此外，

若只使用一种音调，则可以省去加法器 505。

如上所述，分配给任何特定信息流的音调是周期性地变化，这在专业上一般称之为跳频，此处更确切地称之为跳音调。按照本发明的一个方面，设计跳音调图以获得最大的频率分集和对小区间干扰取平均。这可以利用跳频图来得到，它是作为互相正交拉丁方的函数产生的。例如，参阅 IEEE on Vehicular Technology ，Vol.44，No.4，pp.763-770，November 1995 上发表的 Gregory J.Pottie 和 A.Robert Calderbank 文章：‘蜂窝式无线电的信道编码策略’。

按照本发明的一个方面，在下行链路，即，在从基站到移动台的信道上，例如，由音调分配单元 307（图 3）分配给每个用户的音调，变化相对地较快，例如，从符号到符号，即，用户快速地从一种音调“跳”到另一种音调。然而，在上行链路，即，在从移动台到基站的信道上，虽然快速跳频是可以的，但它是低效率的；所以，例如，最好由音调分配单元 307 采用慢速跳频，可以有效地调制上行链路信号。

需要采用快速跳频的理由是很快得到平均过程的优点。对于下行链路，可以有效地采用块速跳频，因为导频信号是由基站发射并被所有的移动台共用。每个移动台可以利用接收到的导频信号确定其本身与基站之间的信道特征。一旦知道信道特征，移动台可以利用该特征完成相干检测，它是检测 OFDM 系统的理想形式，因为它对于给定的信号干扰比有较好性能。特别是，相干检测只利用一个符号可以准确地解调接收的信号。

在上行链路没有导频信号，因为每个移动台必须产生其自己的导频信号，利用每个移动台的导频信号是高代价的，按照可利用的带宽考虑几乎是不允许的。所以，每个移动台与基站之间的上行链路信道特征不能由基站确定。没有上行链路信道特征的信息，基站就不能完成相干检测。因此，要求有其他的检测方法，例如，微分解调或基于训练符号的解调，以保证发射信号的准确解调。这些其他的检测方法要求，每个用户把几个符号保持在相同的音调上，更多的符号保持在相同的音调上就增大信道的利用效率。

当采用慢速跳频时，减少了小区间干扰的平均过程，因为干扰用户在较长的时间内保持在相同的音调上。因此，需要更多的时间把干扰效应扩展到小区内的各个移动台。所以，需要采用另外的方法，例如，间插方法，在上行链路采用慢速跳频时，补偿小区间干扰平均效应的下降。

更具体地说，如图 6 所示，间插单元（interleaving unit）601 可以并入到 OTDM 发射机 301 中的编码器 303 与数据音调应用器 305 之间。间插单元 601 的功能是间插由数据音调应用器 305 给用户加上的符号，例如，特定的音调，若用户是话音用户，则只采用一个正交音调。因此，编码器 303 产生的所有符号不是按顺序发送，它们是按照这样的一种方式紊乱地发送，在一些符号因干扰不能被正确接收的情况下，很可能便于接收机作误差修正。注意，每个用户或各组用户的间插图可能是不同的。例如，需要对话音用户使用第一间插图，这些用户容许较小的延迟，但允许信号中有一些误差；需要对数据用户使用第二间插图，这些用户允许较大的延迟，但只允许信号中较小的误差。此外，可以在分配给单个用户各种音调的信息流中完成间插过程。

类似地，如图 7 所示，去间插单元 701 并入到 OTDM 接收机 401 中的音调数据提取器 405 与解码器 403 之间。去间插单元 701 对用户的信息流完成间插单元 601 间插作用的逆过程，以恢复非间插的信息流。

图 1

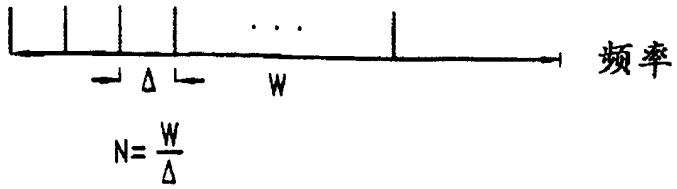

频率
Δ
W
N= W/Δ

图 2

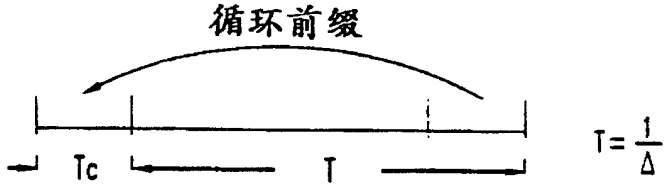

循环前缀
Tc
T
T= 1/Δ

图 3

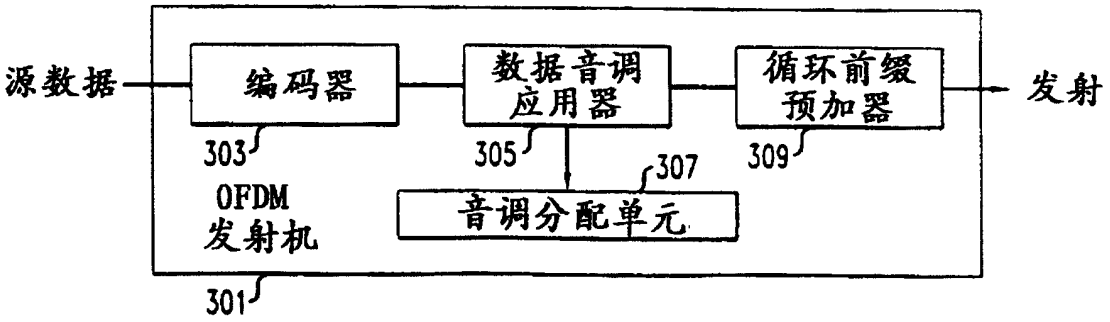

源数据
编码器
303
数据音调
应用器
305
循环前缀
预加器
309
发射
307
音调分配单元
OFDM
发射机
301

图 4

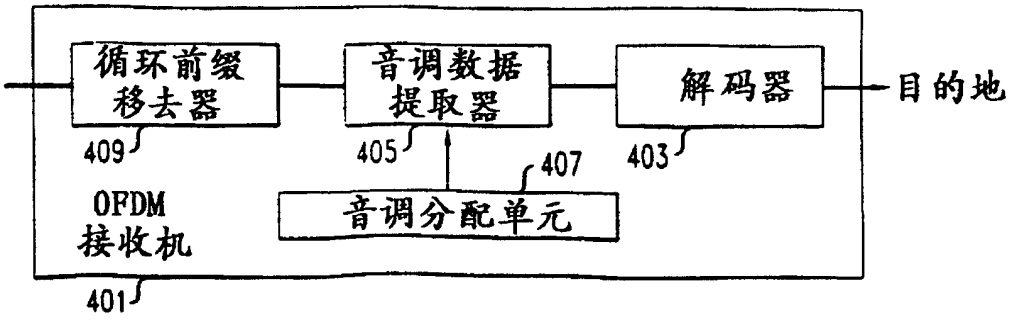

循环前缀
移去器
409
音调数据
提取器
405
解码器
403
目的地
407
音调分配单元
OFDM
接收机
401

图 5

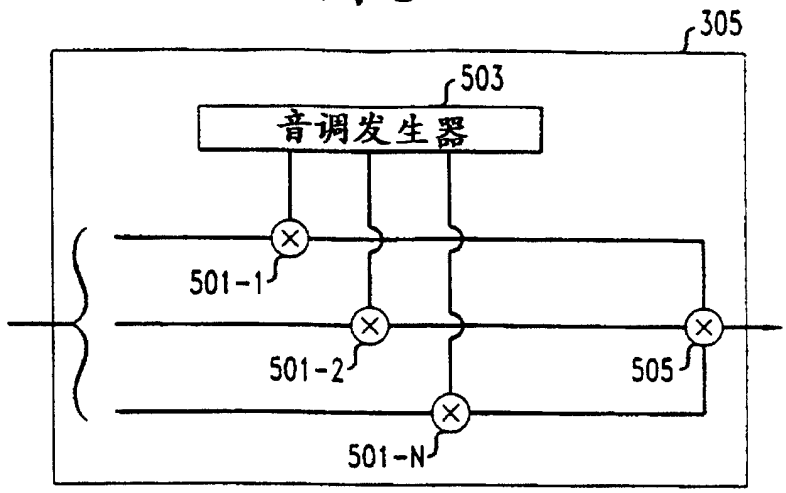

305
503
音调发生器
501-1
501-2
505
501-N

图 6

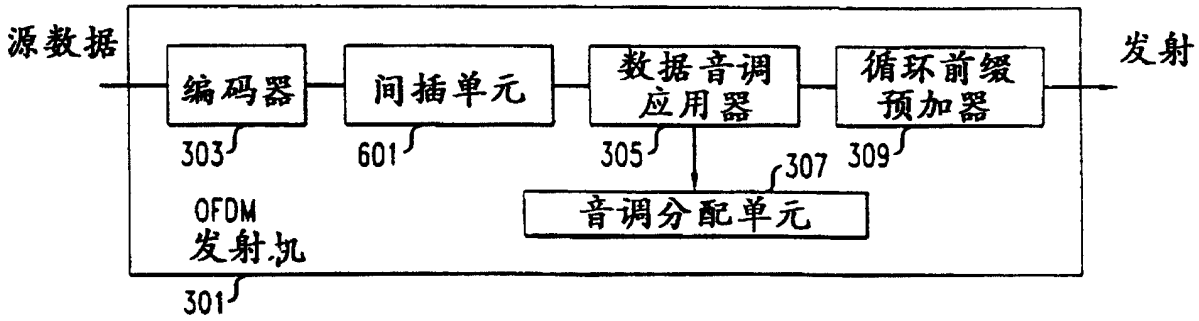
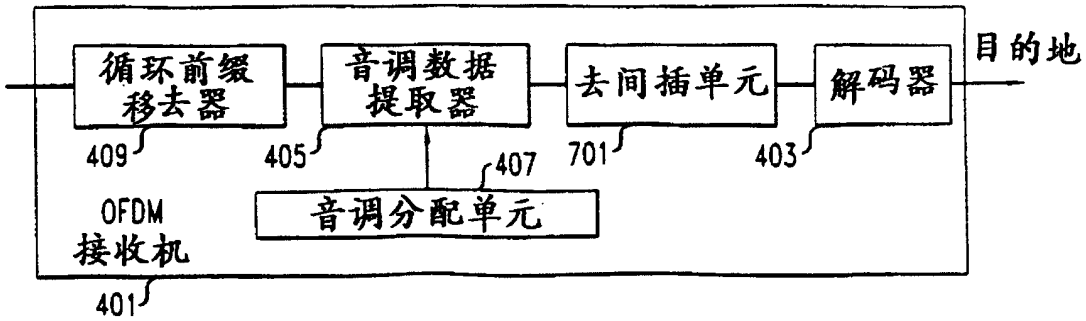

源数据
编码器
间插单元
数据音调
应用器
循环前缀
预加器
发射
303
601
305
307
309
音调分配单元
OFDM
发射机
301

图 7


循环前缀
移去器
音调数据
提取器
去间插单元
解码器
目的地
409
405
407
701
403
音调分配单元
OFDM
接收机
401