



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102843162 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 05

(21) 申请号 201210337031. 7

(22) 申请日 2012. 09. 12

(73) 专利权人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路 28 号

(72) 发明人 廖学文 高俊树 邓建国 罗新民

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任  
公司 61200

代理人 陆万寿

(51) Int. Cl.

H04B 1/7097(2011. 01)

H04W 72/04(2009. 01)

(56) 对比文件

CN 102647246 A, 2012. 08. 22,

CN 101772199 A, 2010. 07. 07,

审查员 王成苗

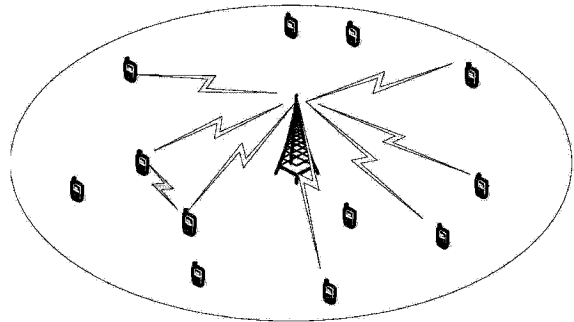
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种蜂窝网络中采用 D2D 技术的扩频通信方法

(57) 摘要

本发明公开了一种蜂窝网络中采用 D2D 技术的扩频通信方法,包括如下步骤:在蜂窝系统场景下存在 D2D 用户需求,判断是否能够建立 D2D 链路,再将 D2D 用户之间需要传输的符号扩频到整个频带的多段载波上, D2D 用户发送信号通过扩频码进行频域扩展后再传输。该方法可以显著的提升系统的容量,对蜂窝用户的干扰小,信令简单,具有很强的实际操作可能性。



1. 一种蜂窝网络中采用 D2D 技术的扩频通信方法,其特征在于,该通信方法的具体步骤为:

1) 各对 D2D 用户通过公共信道向基站发送 D2D 链路建立请求信息;

2) 基站收到 D2D 链路建立请求信息后,由基站为每对 D2D 用户分配子载波,然后基站通过公共信道将子载波分配信息和正交扩频码传送给每对 D2D 用户;

3) 经过步骤 2) 后,由基站判断每对 D2D 用户是否具备 D2D 链路建立的条件;

4) 对于具备链路建立条件的每对 D2D 用户,使用基于物理层的频域扩频方法得到频域扩频后的时域信号;

所述步骤 3) 的具体方法为:

D2D 发送用户通过分配的子载波向 D2D 接收用户发送信号,由基站判断 D2D 用户对每个蜂窝用户的干扰功率是否满足公式 (1),若干扰功率满足公式 (1) 则进入步骤 4),

$$R < B \log_2 \left( 1 + \frac{P}{(N_0 + P_I)} \right) \quad (1)$$

,公式 (1) 中, R 为蜂窝用户需要的信息速率, B 为每个蜂窝用户所占带宽, P 为接收功率,当复用上行频率资源时, P 为基站端接收功率,当复用下行频率资源时, P 为用户端的接收功率, P<sub>I</sub> 为 D2D 用户对每个蜂窝用户的干扰功率, N<sub>0</sub> 为高斯白噪声功率谱密度;

所述步骤 4) 的具体方法为:

D2D 发送用户根据正交扩频码选择长度为 M 的扩频序列 C<sub>k</sub>, C<sub>k</sub> = [c<sub>k</sub>(0), c<sub>k</sub>(1), ..., c<sub>k</sub>(M-1)], 然后 D2D 发送用户根据子载波分配信息将 D2D 的发送信息符号经过扩频序列扩频后映射到相应的子载波上,得到符号时域采样值,如公式 (2) 所示

$$s(m) = \frac{a}{\sqrt{M}} \sum_{i=0}^{M-1} C_k(i) e^{j \frac{2\pi}{M} im}, 0 \leq m \leq M-1 \quad (2)$$

,公式 (2) 中 s(m) 为 D2D 用户发送的符号时域采样值, a 为发送信息符号, j 表示复数。

2. 根据权利要求 1 所述一种蜂窝网络中采用 D2D 技术的扩频通信方法,其特征在于:所述 D2D 链路建立的条件为 D2D 用户对蜂窝用户的干扰功率,或其他控制 D2D 用户对蜂窝用户干扰的途径,所述途径包括距离或者用户相对于基站的角度。

3. 根据权利要求 1 所述一种蜂窝网络中采用 D2D 技术的扩频通信方法,其特征在于:若 D2D 用户对蜂窝用户的干扰功率不满足公式 (1),则该基站让 D2D 用户使用更低的发射功率降低 D2D 用户对每个蜂窝用户的干扰功率或者使用更长的正交扩频码,直至 D2D 用户具备 D2D 链路建立的条件。

4. 根据权利要求 1 所述一种蜂窝网络中采用 D2D 技术的扩频通信方法,其特征在于:所述扩频序列为 Walsh-Hadamard 序列、M 序列或 Golden 序列。

5. 根据权利要求 1 所述一种蜂窝网络中采用 D2D 技术的扩频通信方法,其特征在于:所述步骤 4) 中,各对 D2D 用户分配的子载波相互正交、部分重叠或完全重叠,当子载波分配重叠时各对 D2D 用户通过正交扩频码区分相互之间的信号。

## 一种蜂窝网络中采用 D2D 技术的扩频通信方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于通信技术领域,涉及一种蜂窝系统中 D2D 之间的链路传输方法。

### 背景技术

[0002] 未来无线蜂窝通信网络的必然趋势是高速率、大容量以及更高的 QoS,如何有效地使用有限的带宽资源实现无线宽带化显得尤为重要。而当前移动互联网中迅猛发展的本地业务,例如视频/音乐分享,也迫切需要在现有蜂窝网中引入新的技术来支持。传统的蜂窝移动通信网络都是集中式控制的,即使两个终端设备相邻很近,终端设备之间的通信须通过基站和核心网进行。集中式控制系统便于资源管理以及干扰控制,但有个缺点日渐显著,即在一定场景下其资源使用效率不是很高。比如,即使两个 UE(终端设备)相距很近,也要使用双倍的资源来进行通信,包括空口资源和基站回传资源。其中第二个问题,已经被业界认识到,并在 3GPP R10 中对相应解决方案进行标准化。

[0003] 为了提高空口频谱使用效率,降低传统蜂窝网的沉重负载,获得更高的系统吞吐量,蜂窝网络下的终端直通(Device-to-Device communication, D2D)研究日益受到重视。D2D 的终端可以直接、或在基站控制下,在继续保持通过基站进行的通信同时,与另一个终端直接进行数据通信,从而降低空口资源的占用,提高系统吞吐率,同时还可以减少通信延时、降低干扰水平、节省终端能量。

[0004] 终端直通技术的应用场景多为本地服务的类型,比如数据多播业务和本地文件共享业务。在多播数据业务中,服务的提供者,如音乐会或者其他大型活动的组织者,需要向集会的参与者发送内容相同的数据,组织者可以利用 D2D 通信技术,即时可靠地完成服务。若用户的本地数据(如文件、照片、视频等)需要在相邻的终端间进行共享时,也可通过 D2D 建立终端集群,完成数据共享。此外,D2D 可提供的业务还包括移动状态中的多人协作游戏、移动广告业务、交友业务、车辆间通信、移动中继等。

[0005] 与可以支持相似业务、使用未授权频段的 WLAN、蓝牙相比,蜂窝通信系统中的终端直通在基站的控制下,使用基站分配的授权频带资源,可以控制系统干扰水平以获得高数据率的终端直接通讯,同时还能享受蜂窝通信系统带来的移动性优势。加之 D2D 通信对终端用户的透明性,其无需在 WLAN 及蓝牙中那样进行繁琐的手动配对以及接入点设置,从而提高用户的感受,便于业务的推广。

[0006] 目前 D2D 传输的研究还不多,大多数涉及 D2D 的研究更加侧重于资源的分配以及干扰的控制。D2D 用户复用蜂窝用户的资源时,系统为了避免干扰影响蜂窝用户的正常通信,资源调度的算法很复杂,造成很大的系统开销。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种蜂窝网络中采用 D2D 技术的扩频通信方法。

[0008] 为达到上述目的,本发明采用了以下技术方案。

[0009] 假设系统中存在  $W$  个蜂窝用户,  $U$  对 D2D 用户,该通信方法的具体步骤为:

[0010] 1) 各对 D2D 用户通过公共信道向基站发送 D2D 链路建立请求信息；

[0011] 2) 基站收到 D2D 链路建立请求信息后, 由基站为每对 D2D 用户分配子载波, 然后基站通过公共信道将子载波分配信息和正交扩频码传送给每对 D2D 用户；

[0012] 3) 经过步骤 2) 后, 由基站判断每对 D2D 用户是否具备 D2D 链路建立的条件；

[0013] 4) 对于具备链路建立条件的每对 D2D 用户, 使用基于物理层的频域扩频方法得到频域扩频后的时域信号。

[0014] 所述 D2D 链路建立的条件为 D2D 用户对蜂窝用户的干扰功率, 或其他控制 D2D 用户对蜂窝用户干扰的途径, 所述途径包括距离或者用户相对于基站的角度。

[0015] 所述步骤 3) 的具体方法为：

[0016] D2D 发送用户通过分配的子载波向 D2D 接收用户发送信号, 由基站判断 D2D 用户对每个蜂窝用户的干扰功率是否满足公式 (1), 若干扰功率满足公式 (1) 则进入步骤 4),

$$[0017] \quad R < B \log_2 \left( 1 + \frac{P}{(N_0 + P_I)} \right) \quad (1)$$

[0018] , 公式 (1) 中, R 为蜂窝用户需要的信息速率, B 为每个蜂窝用户所占带宽, P 为接收功率, 当复用上行频率资源时, P 为基站端接收功率, 当复用下行频率资源时, P 为用户端的接收功率,  $P_I$  为 D2D 用户对每个蜂窝用户的干扰功率,  $N_0$  为高斯白噪声功率谱密度。

[0019] 若 D2D 用户对蜂窝用户的干扰功率不满足公式 (1), 则该基站让 D2D 用户使用更低的发射功率降低 D2D 用户对每个蜂窝用户的干扰功率或者使用更长的正交扩频码, 直至 D2D 用户具备 D2D 链路建立的条件。

[0020] 所述步骤 4) 的具体方法为：

[0021] D2D 发送用户根据正交扩频码选择长度为 M 的扩频序列  $C_k$ ,  $C_k = [c_k(0), c_k(1), \dots, c_k(M-1)]$ , 然后 D2D 发送用户根据子载波分配信息将 D2D 的发送信息符号经过扩频序列扩频后映射到相应的子载波上, 得到符号时域采样值, 如公式 (2) 所示, 符号时域采样值通过子载波传递至 D2D 接收用户,

$$[0022] \quad s(m) = \frac{a}{\sqrt{M}} \sum_{i=0}^{M-1} C_k(i) e^{j \frac{2\pi}{M} im}, 0 \leq m \leq M-1 \quad (2)$$

[0023] , 公式 (2) 中  $s(m)$  为 D2D 用户发送的符号时域采样值, a 为发送信息符号, j 表示复数,  $j = \sqrt{-1}$ 。

[0024] 所述扩频序列为自相关程度大、互相关程度小的序列, 如 Walsh-Hadamard (沃尔什-哈达玛) 序列、M 序列或 Golden (戈登) 序列。

[0025] 所述步骤 4) 中, 各对 D2D 用户分配的子载波相互正交、部分重叠或完全重叠, 当子载波分配重叠时各对 D2D 用户通过正交扩频码区分相互之间的信号。根据公共信道发送的信息, 第一对 D2D 用户使用系统第  $K_1$  到第  $K_1+N_1-1$ , 共  $N_1$  个子载波, 第二对 D2D 用户使用系统第  $K_2$  到第  $K_2+N_2-1$ , 共  $N_2$  个子载波, 以此类推, 第 U 对 D2D 用户使用系统第  $K_U$  到第  $K_U+N_U-1$ , 共  $N_U$  个子载波, 由于各对 D2D 用户分配的子载波资源相互正交、部分重叠或完全重叠, 一个子载波会被多个 D2D 用户占用, 因此从  $C_k$  中选择序列时必须保证被多个 D2D 用户占用的子载波的扩频序列之间正交, 保证当子载波分配重叠时各对 D2D 用户通过各自的正交扩频码可以区分相互之间的信号。

[0026] 本发明的有益效果是：

[0027] 本发明针对蜂窝网络中存在一对或多对 D2D 用户直接通信，提出一种简单的 D2D 用户复用频率资源的方法，使它们通过共享蜂窝网络中的资源来完成通信。本发明方法的核心是用多个子载波传送一个符号的信息，且这多个子载波传送的是这个符号对应的扩频后的符号，D2D 用户可以复用多个蜂窝网的资源进行通信，这种方法可以提升系统容量却不需要复杂的算法和很大的信令开销。

[0028] 本发明方法是一种针对蜂窝系统下的 D2D 传输技术，在 OFDM，或 SC-FDMA 的基础上对信号在频域进行扩频，这样，就将 D2D 用户对蜂窝用户的干扰白化，使得 D2D 用户对每个蜂窝用户的干扰都较小，尽管此时 D2D 链路的信干噪比降低，但是带宽的增加以及扩频带来的误码率增益，都会使得 D2D 链路能够获得较大的吞吐量。除此以外，当 D2D 用户对增加的时，蜂窝用户收到的干扰增加不显著，但是整个系统的容量却有较大的提升。

### 附图说明

[0029] 图 1 是含有一对 D2D 链路、十个蜂窝用户的 LTE 系统场景图；

[0030] 图 2 表示蜂窝用户和扩频后 D2D 用户占用频带示意图；

[0031] 图 3(a) 是城市宏小区场景下各种资源分配方式的系统总容量对比；

[0032] 图 3(b) 是郊区宏小区场景下各种资源分配方式的系统总容量对比；

[0033] 图 3(c) 是城市微小区场景下各种资源分配方式的系统总容量对比；

[0034] 模式说明：

[0035] 模式一，不含 D2D 用户的系统容量；

[0036] 模式二，一对 D2D 用户复用一個蜂窝用户连续 1M 频带资源的系统容量；

[0037] 模式三，一对 D2D 用户复用整段资源的系统容量。

### 具体实施方式

[0038] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0039] 参见图 1，为了便于理解，本发明以一个 LTE-A 系统下的 D2D 通信网络为例，来说明 D2D 技术应用于蜂窝网络，并复用多段频率资源块的方法。假设系统有 10MHz 带宽，有十个蜂窝用户，有一对 D2D 用户。这里的蜂窝用户和 D2D 用户数都可以是不同的。本发明对所有具有这种网络结构模型的场景都普遍适用的，这些 D2D 用户在基站的协调之下进行通信，并且 D2D 用户共享蜂窝用户的网络资源。含有 D2D 的 LTE 网络相比于传统 LTE 系统实现更好的频谱利用率和更大的系统容量，并且可以有效的提升小区边缘用户的频谱效率。但是由于新的链路引入，蜂窝用户对 D2D 用户、以及 D2D 用户对蜂窝用户都会存在干扰。本发明针对 LTE 系统中加入 D2D 链路后所带来的干扰，提出了一种干扰平均的方法，能够有效的提升系统的容量。下面结合仿真和附图对本发明做详细描述。具体包括以下步骤：

[0040] 1) 根据 3GPP TR36.814 对于三种典型的中继系统无线场景模型的定义，即 Case1 (城市宏小区 Urban macro)、Case2 (郊区宏小区 Suburban macro) 和 Case3 (城市微小区 Urban micro)，选择仿真场景，进行基站的放置和用户的随机撒播，并生成仿真系统中直连链路、D2D 链路的大尺度参数；

[0041] 2) 在 LTE 无线场景中放置的用户是蜂窝用户和 D2D 用户，并且蜂窝用户数为 10，

占用完整带宽 10M, 每个蜂窝用户占用 1M 连续带宽。基站根据 D2D 用户对蜂窝用户的干扰功率判断是否满足链路建立的条件: 蜂窝用户的信息速率小于信道的容量。即

$$[0042] \quad R < B \log_2 \left( 1 + \frac{P}{(N_0 + P_I)} \right)$$

[0043] R 为蜂窝用户所需信息速率, B 为蜂窝用户带宽 1MHz, P 为接收功率 (当复用上行频率资源时, P 为基站端接收功率, 当复用下行时, P 为用户端的接收功率),  $P_I$  为 D2D 用户对蜂窝用户的干扰功率,  $N_0$  为高斯白噪声功率谱密度。

[0044] 3) 对于具备 D2D 链路建立条件的每对 D2D 用户, D2D 发送用户根据正交扩频码信息选择长度为 M 的扩频序列  $C_k$ ,  $C_k = [c_k(0), c_k(1), \dots, c_k(M-1)]$ , 并且, 当  $k \neq l$  时

$$[0045] \quad C_k C_l^T = 0$$

[0046] , T 表示矩阵转置。

[0047] 4) 然后 D2D 发送用户根据子载波分配信息将 D2D 的发送信息符号经过扩频序列扩频后映射到相应的子载波上, 得到符号时域采样值, 如下式所示

$$[0048] \quad s(m) = \frac{a}{\sqrt{M}} \sum_{i=0}^{M-1} C_k(i) e^{j \frac{2\pi}{M} im}, 0 \leq m \leq M-1$$

[0049] , 公式中  $s(m)$  为 D2D 用户发送的符号时域采样值, a 为发送信息符号, j 表示复数。

[0050] 5) 将 D2D 需要发送的每个信息符号均按步骤 4) 的方法进行扩频后发送, 扩频前符号的映射为  $s_n = \sum_{i=0}^{N-1} d_i \exp(j \frac{2\pi in}{N})$ ,  $d_i$  为 D2D 发送信息符号, N 为子载波

数目, 扩频后的符号映射为  $s_n = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum_{i=0}^{L-1} D_i \exp(j \frac{2\pi in}{L})$ ,  $D_i$  为扩频后

D2D 发送的符号, L 为扩频后的子载波的个数。

[0051] 从图 3 可以看出, 本发明所述传输方法对整个系统的容量有较大的提升, 图 3c 是由于此时小区半径小, D2D 用户与蜂窝用户之间的干扰大, 影响了整个系统的容量。

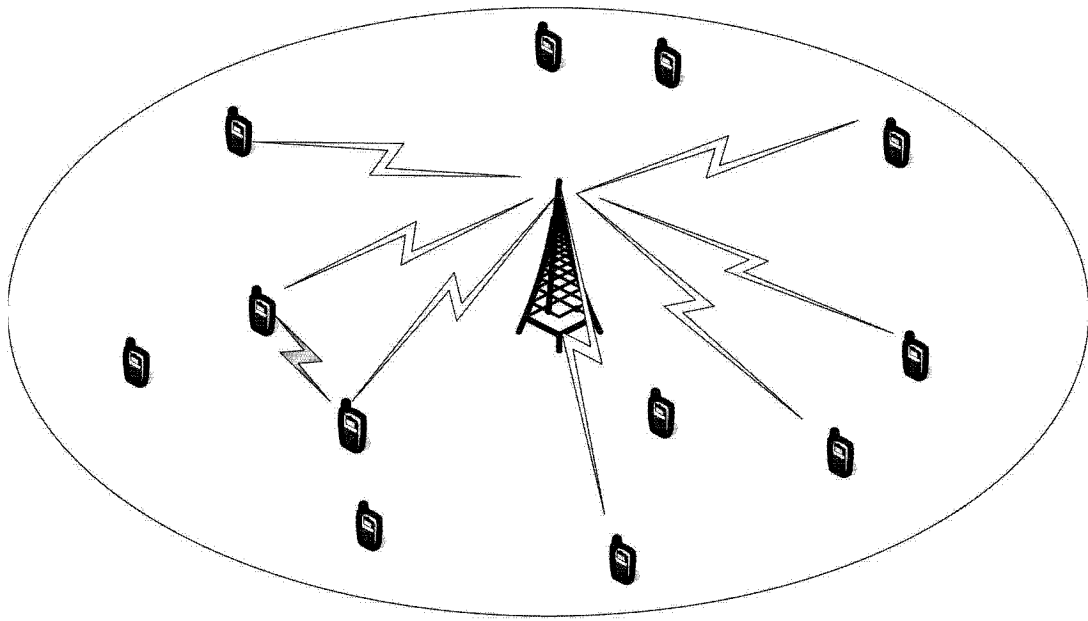


图 1

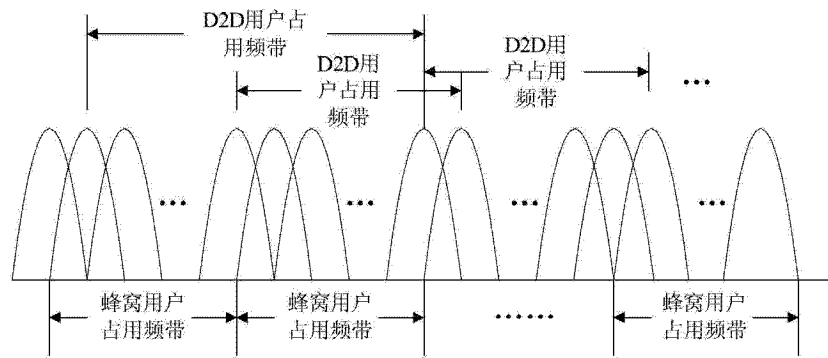


图 2

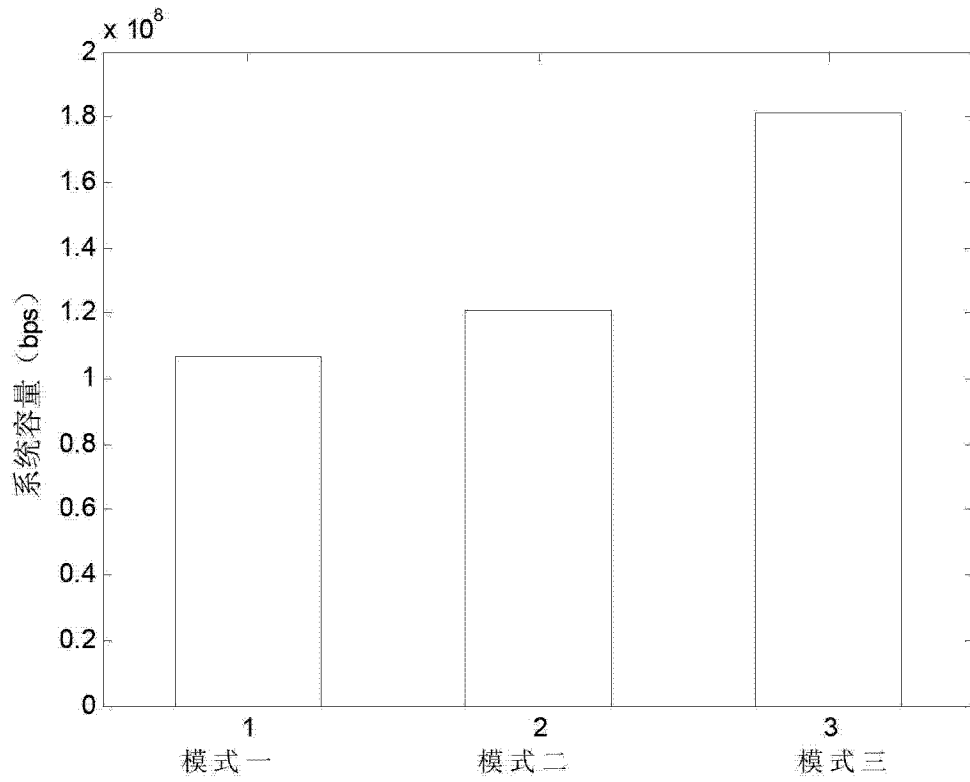


图 3(a)

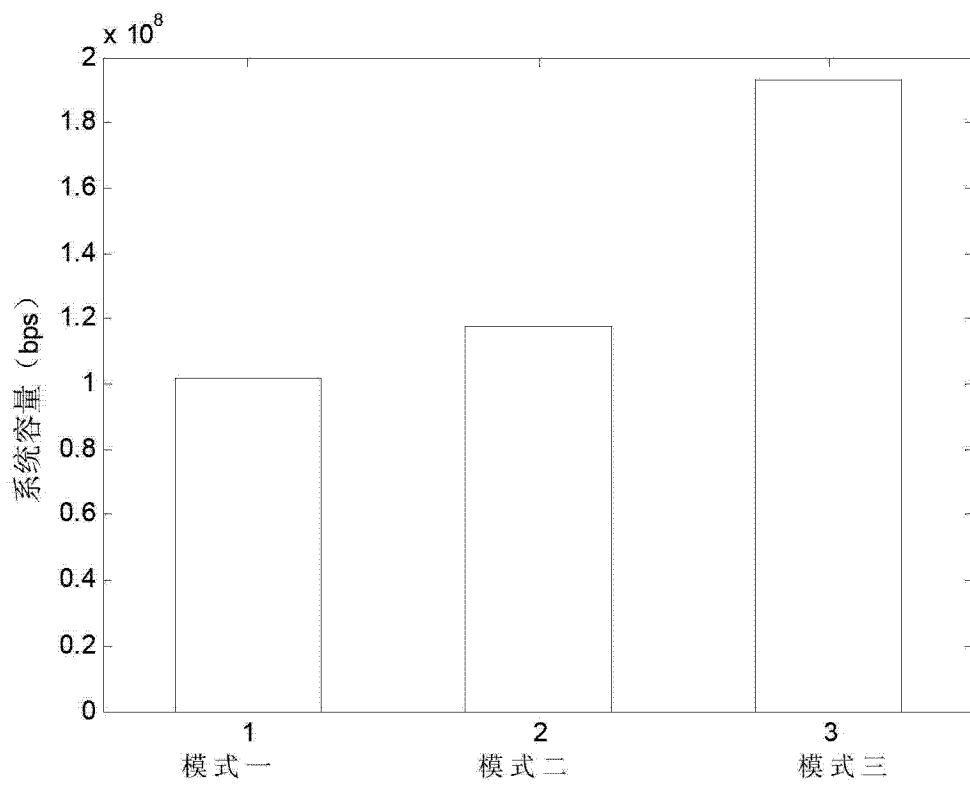


图 3(b)



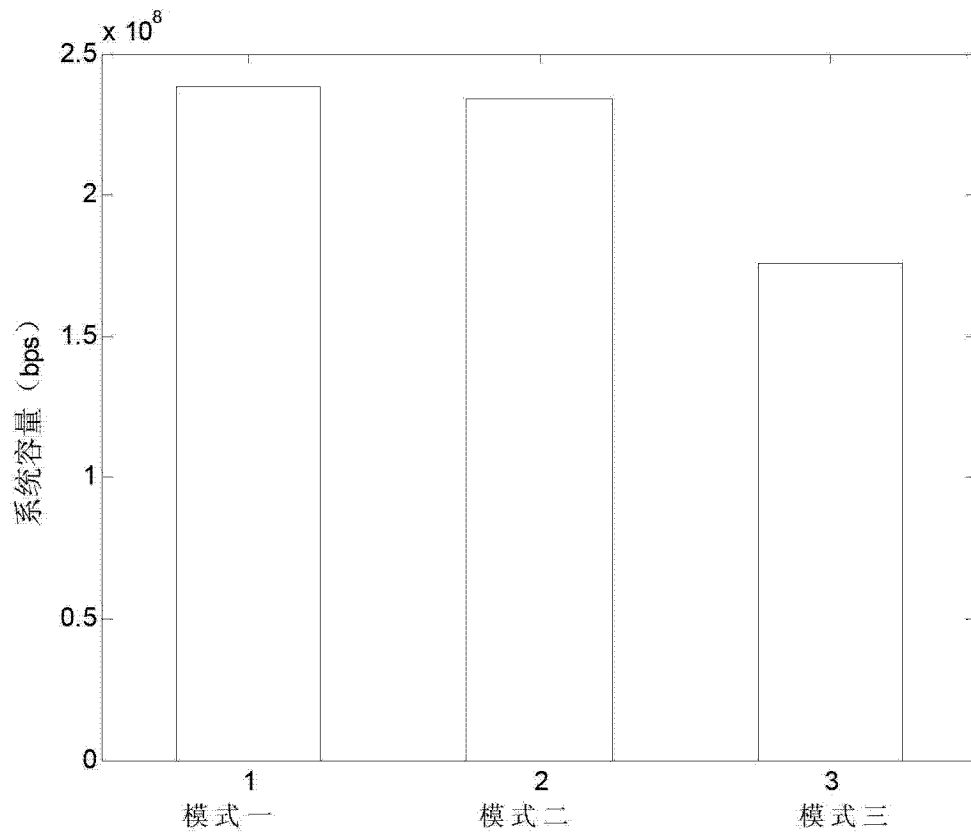


图 3(c)