



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1992694 B

(45) 授权公告日 2010. 10. 06

(21) 申请号 200510121379. 2

(22) 申请日 2005. 12. 27

(73) 专利权人 中兴通讯股份有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦法律部

(72) 发明人 夏树强 赵盟 左志松 胡留军

(51) Int. Cl.

H04L 27/26 (2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2005/022797 A2, 2005. 03. 10, 全文.

CN 1292191 A, 2001. 04. 18, 全文.

CN 1302492 A, 2001. 07. 04, 全文.

CN 1466292 A, 全文.

审查员 李凡

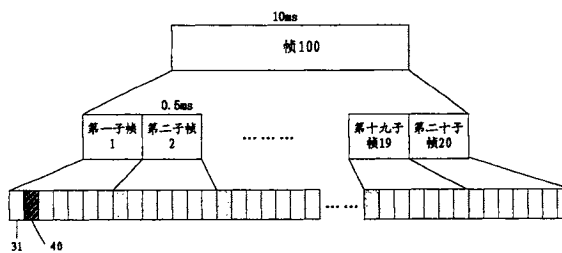
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种基于正交频分复用技术的信道同步方法

(57) 摘要

本发明给出了一种基于正交频分复用技术的信道同步方法,应用于 LTE 系统中,所述 LTE 系统的子帧结构包括一同步符号和若干参考符号,所述同步方法包括以下步骤:将同步符号置于某个参考符号的相邻位置,在参考符号与同步符号的交界处形成在时域上的连续重复结构。通过这种方法,增强了同步和频偏的捕获能力,从而可以很容易的找到子帧的起始位置。此外,直接利用参考符号辅助了同步的过程,不再需要添加额外的同步符号从而达到好的性能,减少了同步信道的开销。



1. 一种基于正交频分复用技术的信道同步方法,应用于 LTE 系统中,所述 LTE 系统的子帧结构中包括一同步符号和若干参考符号,所述同步方法包括以下步骤:将同步符号置于某个参考符号的相邻位置,在参考符号与同步符号的交界处形成在时域上的连续重复结构;

同步符号和参考符号的全部子载波按奇偶序分为奇子载波与偶子载波两类,只利用其中的一类全部子载波放置调制数据,而另一类子载波空闲不传任何数据。

2. 如权利要求 1 所述的基于正交频分复用技术的信道同步方法,其中,参考符号位于每个子帧的第一个符号,同步符号位于第一子帧的最后一个符号,第二子帧的参考符号与第一子帧的同步符号位于相邻的位置。

3. 如权利要求 1 所述的基于正交频分复用技术的信道同步方法,其中,参考符号和同步符号仅在奇子载波位置调制数据,剩下的子载波空闲不传任何数据。

4. 如权利要求 1 所述的基于正交频分复用技术的信道同步方法,其中,参考符号和同步符号仅在偶子载波位置调制数据,剩下的子载波空闲不传任何数据。

5. 如权利要求 1 所述的基于正交频分复用技术的信道同步方法,其中,形成连续重复结构的参考符号传递的参考符号内容和其他参考符号相同。

6. 如权利要求 1 所述的基于正交频分复用技术的信道同步方法,其中,同步符号传输的频率根据系统的具体要求来设定。

一种基于正交频分复用技术的信道同步方法

【技术领域】

[0001] 本发明涉及一种通信系统的信息传输领域,特别是一种采用正交频分复用技术实现 LTE 系统的时间同步、载波偏移的信道同步方法。

【背景技术】

[0002] 目前,作为一种多载波传输模式,正交频分复用 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) 通过将一高速传输的数据流转换为一组低速并行传输的数据流,使系统对多径衰落信道频率选择性的敏感度大大降低。循环前缀 (CP) 的引入,又进一步增强了系统抗符号间干扰 (ISI) 的能力。除此之外的带宽利用率高、实现简单等特点使 OFDM 在无线通信流域的应用越来越广。

[0003] OFDM 技术已经成功地应用于许多通信系统中,例如,由欧洲电信标准化组织 ETSI 制定的数字广播 (DAB) 和数字电视 (DVB) 采用 OFDM 技术为空中接口的无线传输标准,此外无线局域网标准 IEEE802.11 和无线城域网标准 IEEE802.16 也都采用了 OFDM 技术。OFDM 技术的有效使用,需要收发双方能严格时间同步和载波同步。

[0004] OFDM 符号由多个子载波信号叠加构成,各个子载波之间利用正交性来区分,因此确保这种正交性对于 OFDM 系统来说是至关重要的,所以 OFDM 系统对同步的要求也就相对严格。同步位置检测和频偏检测是 OFDM 系统中非常重要的一步,只有找到了正确的同步位置才能对数据进行正确的接收,从而进行下一步的处理。

[0005] 请参考图 1 至图 4。在现有的 OFDM 系统中,有一同步方法,就是基于在发送端数据流上加入一个具有重复特性的符号,在接受端检测符合该重复特征的位置作为符号定时的位置。还利用该符号频域上已知的发送码的相关特性来确定收发端之间的频率偏差。该方法一般采用如图 1 格式构造一个符号,首先将全部子载波按奇偶序分为奇子载波与偶子载波两类,只利用其中的一类,如全部奇子载波或全部偶子载波放置调制数据,而另一类子载波空闲不传任何数据,其时域表现为图 2。图 2 上面部分是利用偶子载波产生的结构,有两个相同子部分 A,图 2 下面部分是利用奇子载波产生的结构,后一个部分 AI 是前一个部分 A 的相反值。。

[0006] 在接收端进行如下时域处理:

$$[0007] \quad c_n = \sum_{k=0}^{L-1} r_{n+k} r_{n+k+D}^* \quad (1)$$

$$[0008] \quad p_n = \sum_{k=0}^{L-1} |r_{n+k+D}|^2 \quad (2)$$

$$[0009] \quad m_n = \frac{|c_n|^2}{(p_n)^2} \quad (3)$$

[0010] r 代表接收到的时域符号采样值, D 是不包含循环前缀 (CP) 部分的 OFDM 符号长度的一半。利用符号之间的相关性,可以根据 m_n 的幅度大小来判断出分组数据的起始位置。

[0011] 由于只有该 OFDM 符号空闲了偶 (奇) 载波没用,即仅利用奇子载波或仅利用偶子

载波,而其他数据符号一般都是占据了所有可用子载波,所以在时域上只有该符号处形成了特殊的重复结构(如图2),对于形成的判决值 M_n 将会形成一个最高值的平台,对应于符号的 CP 部分中的无多径干扰部分,判决的同步位置应当位于这个区域内。

[0012] 当确定了同步位置后,利用下式可以初步估算收发机的频率误差:

[0013] $\Phi = \text{angle}(c_n)$ 当采用偶子载波

[0014] $\Phi = \text{angle}(c_n) - \pi$ 当采用奇子载波

[0015] 同时有

[0016] $\Phi = \pi T \Delta f + 2n\pi$

[0017] 所以

[0018]
$$\Delta f = \frac{\Phi}{\pi T} + \frac{2n}{T}$$

[0019] 因此通过检测 C_n 的相位,上式的第一部分频率误差可以被检测出来,并进行补偿,一般称为小数频偏补偿。

[0020] 但是由于 n 可能有不同的值,无法确定频率误差的范围是否超出 $n = 0$ 的情况,因此将利用符号从同步位置从数据流中提取出 OFDM 符号并将 CP 部分去掉后进行 FFT 变换,解出符号,和已知的发送序列进行移位相关,找到对应的最大的相关峰值,此时对应的移位值就是对应的 n 值,从而完成整数频偏补偿。

[0021] “3GPP, TR25.814 v0.41 “Physical Layer Aspects for Evolved UTRA(release 7)”,给出了 W-CDMA 以后长期演进(Long Term Evolution,LTE)的各种技术方案。其中,基于 OFDM 技术方案最为引人注目。其帧结构如图3所示,每帧为 10ms,一帧包含 20 个 0.5ms 长的子帧。根据 CP 长度的不同,每个子帧包括 6 个长 CP 或 7 个短 CP 个符号。每个子帧的第一个或者第二个符号是放置参考符号的位置,参考符号的作用是进行信道质量测量,信道估计并可以辅助小区搜索和同步。图4给出了一个参考符号的例子。

[0022] 一般地,需要在系统中添加专有的同步符号来完成小区搜索,时间同步和频率同步。如何把现有的同步方法应用到 LTE 系统中,从而既能实现好的同步,频偏捕获性能同时又能保证系统开销小是需要研究的课题。

【发明内容】

[0023] 本发明的目的在于提供一种采用正交频分复用技术实现 LTE 系统的时间同步、载波偏移的信道同步方法,利用该同步方法可以同时保证同步,频偏捕获具有好的性能并且开销小。

[0024] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:一种基于正交频分复用技术的信道同步方法,应用于 LTE 系统中,所述 LTE 系统的子帧结构中包括一同步符号和若干参考符号,所述同步方法包括以下步骤:将同步符号置于某个参考符号的相邻位置,在参考符号与同步符号的交界处形成在时域上的连续重复结构。

[0025] 其中,参考符号位于每个子帧的第一个符号,同步符号位于第一子帧的第二个符号,参考符号与同步符号均位于第一子帧中,参考符号与同步符号位于相邻的位置。

[0026] 其中,参考符号位于每个子帧的第二个符号,同步符号位于第一子帧的第一个符号,参考符号与同步符号均位于第一子帧中,参考符号与同步符号位于相邻的位置。

[0027] 其中,参考符号位于每个子帧的第一个符号,同步符号位于第一子帧的最后一个符号,第二子帧的参考符号与第一子帧的同步符号位于相邻的位置。

[0028] 其中,同步符号和参考符号的全部子载波按奇偶序分为奇子载波与偶子载波两类,只利用其中的一类全部子载波放置调制数据,而另一类子载波空闲不传任何数据。

[0029] 其中,参考符号和同步符号仅在奇子载波位置调制数据,剩下的子载波空闲不传任何数据。

[0030] 其中,参考符号和同步符号仅在偶子载波位置调制数据,剩下的子载波空闲不传任何数据。

[0031] 其中,形成重复连续结构的参考符号传递的参考符号内容可以和其他参考符号相同。

[0032] 其中,同步符号传输的频率根据系统的具体要求来设定。

[0033] 本发明与以前的技术相比,具有以下优点:将参考符号与同步符号放置在一起传输而且同时具有时域重复的特性,其他数据符号占据了所有可用子载波,在时域上只有在该处形成特殊的连续重复结构,由于两个符号同时满足时域的重复结构,增强了同步和频偏的捕获能力,从而可以很容易的找到子帧的起始位置。此外,参考符号总是需要传输的,直接利用参考符号辅助了同步的过程,不再需要添加额外的同步符号从而达到好的性能,减少了同步信道的开销。

【附图说明】

[0034] 图 1 是一种传统的同步方案采用的符号结构。

[0035] 图 2 是采用图 1 所述的符号结构在时域的表现结构示意图。

[0036] 图 3 是 LTE 系统中正交频分复用帧结构的示意图。

[0037] 图 4 是 LTE 系统中一个子帧中的参考符号的示意图。

[0038] 图 5 是本发明同步信道的同步设计方法第一实施方式。

[0039] 图 6 是本发明同步信道的同步设计方法第二实施方式。

[0040] 图 7 是本发明同步信道的同步设计方法第三实施方式。

【具体实施方式】

[0041] 本发明的核心思路就是将 LTE 系统中的参考符号和同步符号设计结合起来进行同步和频偏的捕获。其中,同步符号的作用是进行初始的时间同步和频率同步。将同步符号放在某个参考符号的相邻位置进行传输,此时同步符号和参考符号的全部子载波会按奇偶序分为奇子载波与偶子载波两类,只利用其中的一类,如全部奇子载波或全部偶子载波放置调制数据,而另一类子载波空闲不传任何数据。其中,在该位置的参考符号传递的参考符号内容可以和其他参考符号相同,不受影响。只是需要将原来用来传递数据的位置置空,这样增加的开销不大。同步符号传输的频率则根据系统的具体要求来设定。将两种符号放置在一起传输而且同时具有时域重复的特性,其他数据符号一般都是占据了所有可用子载波,所以在时域上只有在该处形成了特殊的连续重复结构。由于两个符号同时满足时域的重复结构,增强了同步和频偏的捕获能力,从而可以很容易的找到子帧的起始位置。另外,参考符号总是需要传输的,直接利用参考符号辅助了同步的过程,不再需要添加额外的同

步符号从而达到好的性能,减少了同步信道的开销。

[0042] 下面结合实施例对本发明的技术内容作进一步的详细描述。

[0043] 请参考图 5,该图是本发明同步信道的同步设计方法第一实施方式。在 LTE 系统中,在 10ms 的帧 100 中,包括 20 个 0.5ms 的子帧,分别为第一子帧 1、第二子帧 2、……、第十九子帧 19、第二十二子帧 20,每个子帧又包括若干符号。

[0044] 根据本发明的信道同步方法,在 LTE 系统中,同步符号和参考符号的全部子载波按奇偶序分为奇子载波与偶子载波两类。参考符号 31 位于每个子帧的第一个符号,同步符号 40 位于第一子帧 1 的第二个符号,这样,参考符号 31 与同步符号 40 都在第一子帧 1 中,参考符号 31 与同步符号 40 位于相邻的位置,且第一子帧 1 内的参考符号 31 和同步符号 40 仅在奇子载波位置调制数据,或者仅在偶子载波位置调制数据,剩下的子载波空闲不传任何数据。这样在每帧的起始处,参考符号 31 与同步符号 40 在时域具有如图 2 所示的重复结构。根据这种重复结构可以获得定时同步以及小数频偏,而且由于存在两个重复结构会使得判决的结果可靠性增加。同时,参考符号 31 与同步符号 40 的位置处于帧的起始处,所以该结构也可以同时得到帧定时和子帧定时。由于参考符号 31 与同步符号 40 同时满足时域的重复结构,增强了同步和频偏的捕获能力,从而可以很容易的找到子帧的起始位置。此外,参考符号总是需要传输的,直接利用参考符号辅助了同步的过程,不再需要添加额外的同步符号从而达到好的性能,减少了同步信道的开销。

[0045] 如图 6 所示,该图是本发明同步信道的同步设计方法第二实施方式。在 LTE 系统中,在 10ms 的帧 200 中,包括 20 个 0.5ms 的子帧,分别为第一子帧 1、第二子帧 2、……、第十九子帧 19、第二十二子帧 20,每个子帧又包括若干符号。

[0046] 根据本发明的信道同步方法,在 LTE 系统中,同步符号和参考符号的全部子载波按奇偶序分为奇子载波与偶子载波两类。参考符号 42 位于每个子帧的第二个符号,同步符号 50 位于第一子帧 1 的第一个符号,这样,参考符号 42 与同步符号 50 都在第一子帧 1 中,参考符号 42 与同步符号 50 位于相邻的位置,并且第一子帧 1 内的参考符号 42 和同步符号 50 仅在奇子载波位置调制数据,或者仅在偶子载波位置调制数据,剩下的子载波空闲不传任何数据。这样在每帧的起始处,参考符号 42 与同步符号 50 在时域都具有如图 2 所示的重复结构。根据这种重复结构可以获得定时同步以及小数频偏,而且由于存在两个重复结构会使得判决的结果可靠性增加。同时,参考符号 42 与同步符号 50 的位置处于帧的起始处,所以该结构也可以同时得到帧定时和子帧定时。由于参考符号 42 与同步符号 50 同时满足时域的重复结构,增强了同步和频偏的捕获能力,从而可以很容易的找到子帧的起始位置。此外,参考符号总是需要传输的,直接利用参考符号辅助了同步的过程,不再需要添加额外的同步符号从而达到好的性能,减少了同步信道的开销。

[0047] 如图 7 所示,该图是本发明同步信道的同步设计方法第三实施方式。在 LTE 系统中,在 10ms 的帧 300 中,包括 20 个 0.5ms 的子帧,分别为第一子帧 1、第二子帧 2、……、第十九子帧 19、第二十二子帧 20,每个子帧又包括若干符号。

[0048] 根据本发明的信道同步方法,在 LTE 系统中,同步符号和参考符号的全部子载波按奇偶序分为奇子载波与偶子载波两类。参考符号 42 位于每个子帧的第一个符号,同步符号 50 位于第一子帧 1 的最后一个符号,这样,第二子帧 2 的参考符号 42 与第一子帧 1 的同步符号 50 位于相邻的位置,并且第二子帧 2 内的参考符号 42 和第一子帧 1 内的同步符号

50 仅在奇子载波位置调制数据,或者仅在偶子载波位置调制数据,剩下的子载波空闲不传任何数据。这样在第一子帧 1 和第二子帧 2 的帧的交界处,参考符号 42 与同步符号 50 在时域都具有如图 2 所示的重复结构。根据重复结构可以获得定时同步以及小数频偏,而且存在两个重复结构会使得判决的结果可靠性增加。由于同步符号 50 与参考符号 42 的中间位置是第一子帧 1 和第二子帧 2 的交界,根据子帧的长度也可以找到帧的起始处,所以该结构也可以同时得到帧定时和子帧定时。由于参考符号 42 与同步符号 50 同时满足时域的重复结构,增强了同步和频偏的捕获能力,从而可以很容易的找到子帧的起始位置。此外,参考符号总是需要传输的,直接利用参考符号辅助了同步的过程,不再需要添加额外的同步符号从而达到好的性能,减少了同步信道的开销。

[0049] 以上所述仅为本发明的最佳实例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

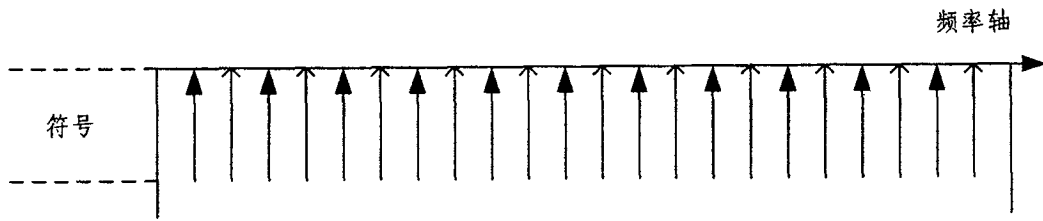


图 1

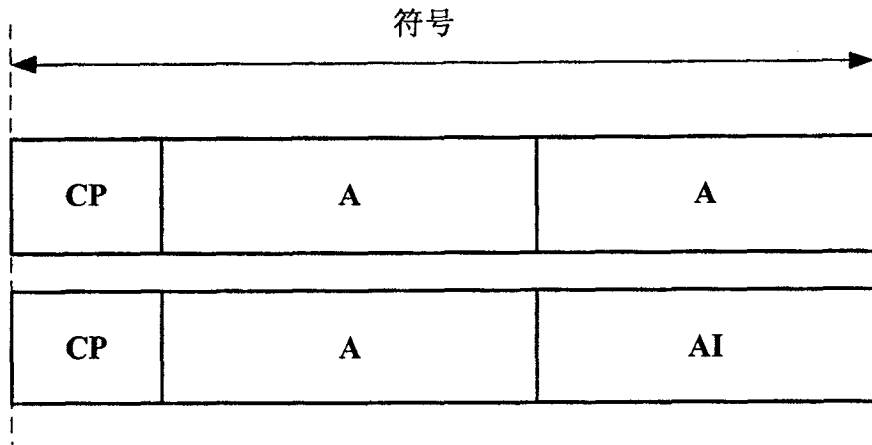


图 2

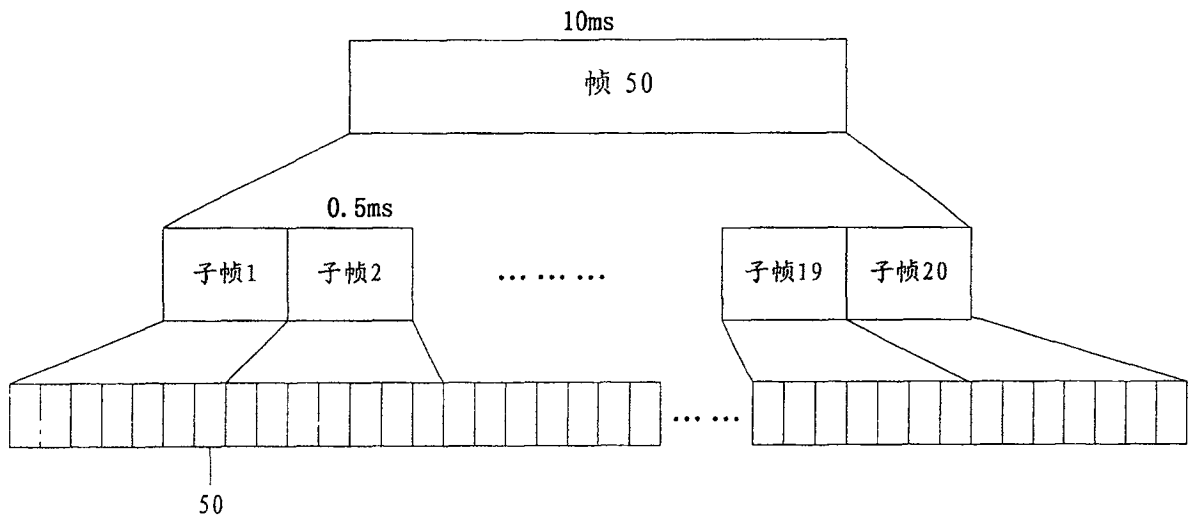


图 3

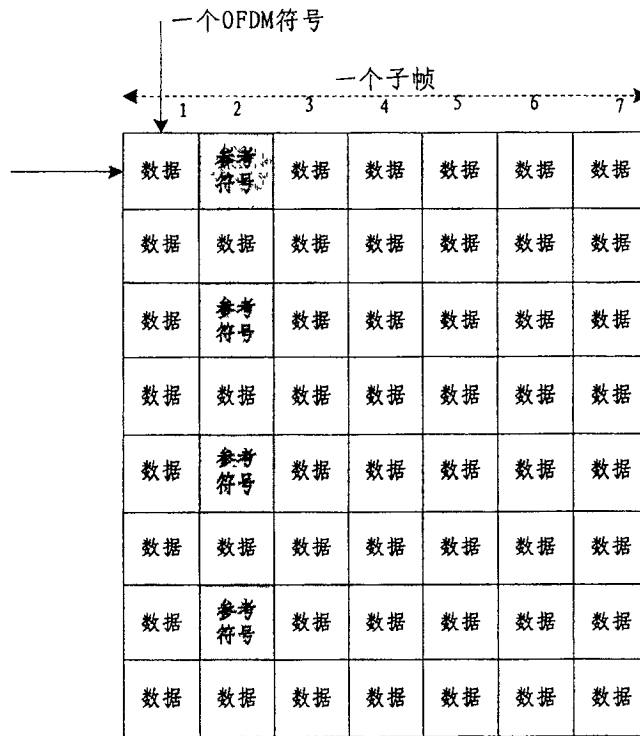


图 4

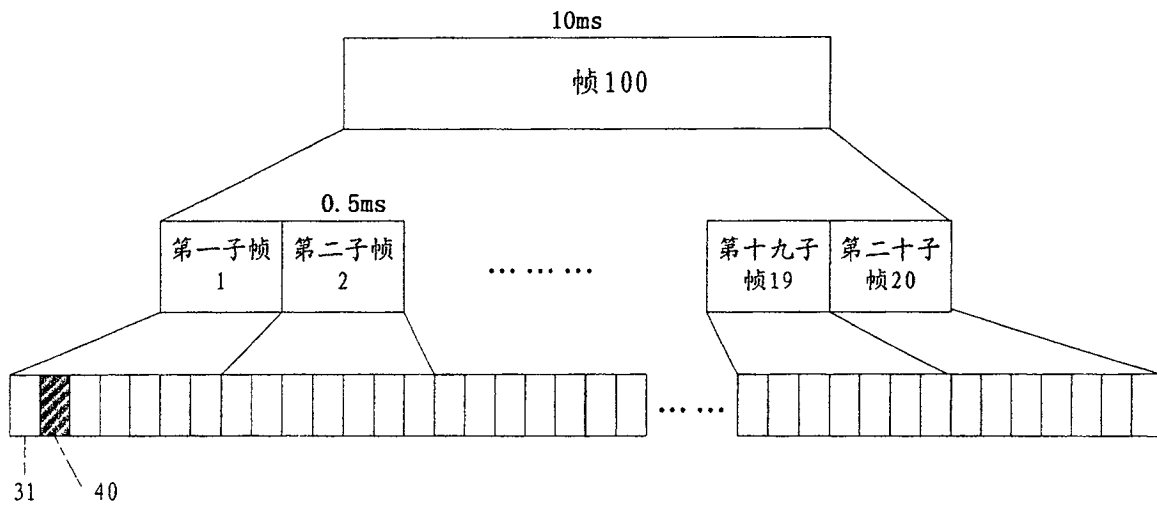


图 5

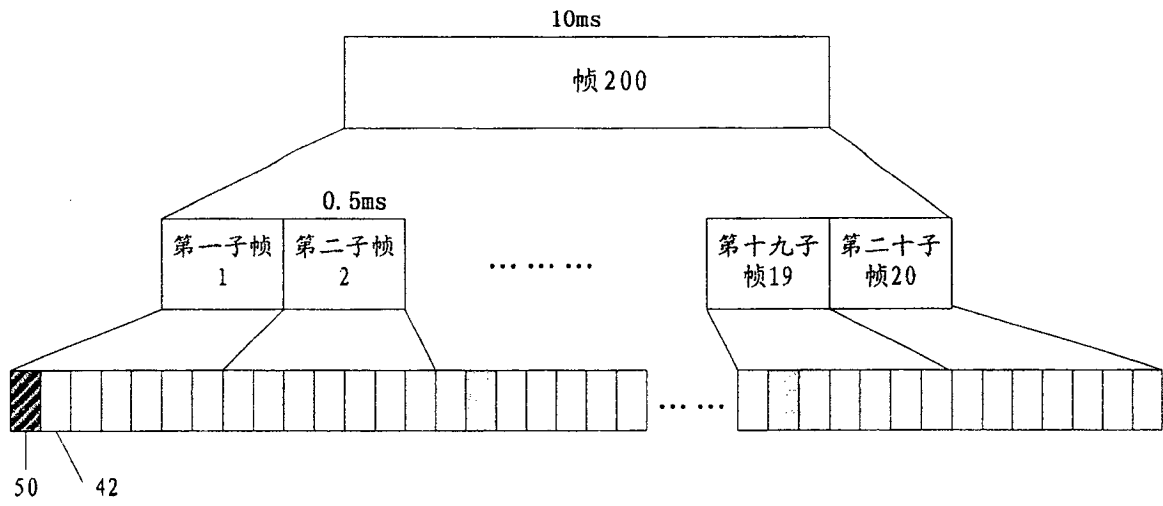


图 6

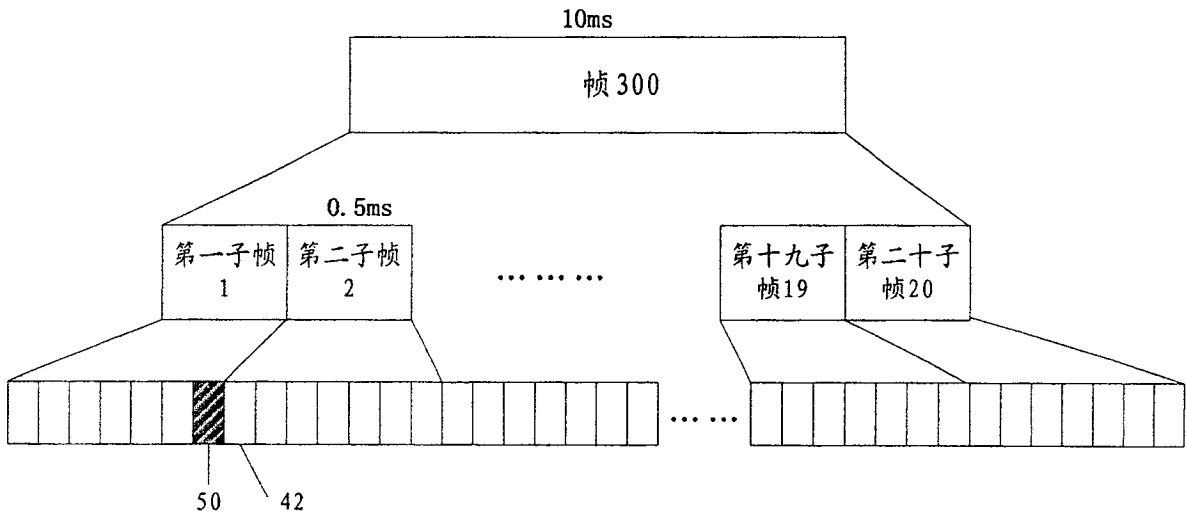


图 7