

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04B 7/26 (2006.01)

H04B 1/707 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410084367.2

[43] 公开日 2006年5月31日

[11] 公开号 CN 1780175A

[22] 申请日 2004.11.19

[21] 申请号 200410084367.2

[71] 申请人 凯明信息科技股份有限公司

地址 201108 上海市莘庄工业区申旺路 18 号

[72] 发明人 谢一宁 冉晓龙

[74] 专利代理机构 上海新天专利代理有限公司

代理人 衷诚宣

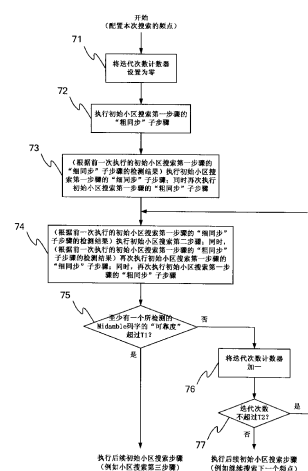
权利要求书 1 页 说明书 15 页 附图 6 页

[54] 发明名称

时分双工系统中小区搜索第一和第二步骤的并行迭代方法

[57] 摘要

一种应用于时分双工通信系统的进行初始小区搜索的方法，包含初始小区搜索第一步骤和第二步骤的利用流水线(pipeline)处理的并行迭代方法，能够在较低信干噪比(SINR)条件下，通过初始小区第一步骤和第二步骤的并行迭代，能在较短时间内、以较高的成功概率完成帧同步和同步码字的检测，同时具有很低的误检概率。



1、一种时分双工系统中小区搜索第一和第二步骤的并行迭代方法，其特征在于，包括以下步骤：

5 步骤一，将迭代次数计数器设置为零；

步骤二，执行初始小区搜索第一步骤，用于通过将候选SYNC-DL码字与接收信号做相关、并比较相关功率峰值后，检测出一个或者多个SYNC-DL码字及其同步位置；

10 步骤三，执行初始小区搜索第二步骤，用于根据前一次执行的初始小区搜索第一步骤的检测结果，通过将候选Midamble码字与接收信号的相应部分做相关、并比较相关结果后，依次分别检测出各码组中的Midamble码字，并计算各码组中所检测Midamble码字的“可靠度”；

15 同时，再次执行初始小区搜索第一步骤，用于通过将候选SYNC-DL码字与接收信号做相关、并比较相关功率峰值后，检测出新的一个或者多个SYNC-DL码字及其同步位置；

步骤四，根据在步骤三中初始小区搜索第二步骤的检测结果，如果至少有一个所检测的Midamble码字的“可靠度”超过一个门限参数T1，则终止迭代过程，并进行后续操作；否则，则继续执行步骤五；

步骤五，将迭代次数计数器的值增加一；

20 步骤六，将迭代次数计数器的值与一个预设的门限T2做比较，若迭代次数不超过该门限，则返回步骤三开始新一次的迭代；反之，则终止迭代过程，并进行后续操作。

2、根据权利要求1所述的时分双工系统中小区搜索第一和第二步骤的并行迭代方法，其特征在于，所述的T2为一个正整数。

25 3、根据权利要求1所述的时分双工系统中小区搜索第一和第二步骤的并行迭代方法，其特征在于，所述步骤二中将候选SYNC-DL码字分为若干批，并且每完成一批相关后就对其进行检测。

时分双工系统中小区搜索第一和第二步骤的并行迭代方法

5 技术领域

本发明涉及一种应用于无线通信系统的，特别涉及一种应用于时分双工（Time Division Duplex）通信系统中，用户终端设备进行初始小区搜索（Initial Cell Search）的方法。

10 背景技术

1946年，美国的贝尔实验室便提出了将移动电话的服务区划分成若干个小小区，每个小区设一个基站，构成蜂窝状系统的蜂窝（Cellular）移动通信新概念。1978年，这种系统在美国芝加哥试验获得成功，并于1983年正式投入商用。蜂窝系统的采用，使得相同的频率可以重复使用，从而大大增加了移动通信系统的容量，适应了移动通信用户骤增的客观需要。蜂窝移动通信系统的发展经历了一个从模拟网到数字网，从频分多址（FDMA）到时分多址（TDMA）和码分多址（CDMA）的过程。

随着时代的发展，人们对通信的要求，包括对通信质量和业务种类等的要求，也越来越高。第三代（3G）移动通信系统正是为了满足该要求而被发展起来的。它是以全球通用、系统综合作为基本出发点，并试图建立一个全球的移动综合业务数字网，综合蜂窝、无绳、寻呼、集群、移动数据、移动卫星、空中和海上等各种移动通信系统的功能，提供与固定电信网的业务兼容、质量相当的多种话音和非话音业务，进行袖珍个人终端的全球漫游，从而实现人类梦寐以求的在任何地方、任何时间与任何人进行通信的理想。

第三代移动通信系统中最关键的是无线电传输技术（RTT）。1998年国际电信联盟所征集的RTT候选提案：除6个卫星接口技术方案外，地面无线接口技术有10个方案，被分为两大类：CDMA与TDMA，其中CDMA占主导地位。在CDMA技术中，国际电信联盟目前共接受了3种标准，即欧洲和日本的W-CDMA、美国的CDMA 2000和中国的TD-SCDMA标准。

与其它第三代移动通信标准相比，时分同步码分多址（Time Division

Synchronous Code-Division Multiple Access, 简称 TD-SCDMA) 系统采用了许多独有的先进技术, 并且在技术、经济两方面都具有突出的优势。TD-SCDMA 采用时分双工 (Time Division Duplex, TDD)、智能天线 (Smart Antenna)、联合检测 (Joint Detection) 等技术, 频谱利用率很高, 能够解决高人口密度地区频率资源紧张的问题, 并在互联网浏览等非对称移动数据和视频点播等多媒体业务方面具有潜在优势。

如图 1 所示, 为一个典型的蜂窝移动通信系统的例子。该系统是由多个小区 10_1-10_N (10) 构成的, 其中每个小区内各有一个基站 (Base Station) 11_1-11_N (11), 同时在该小区服务范围内存在一定数量的用户终端设备 (User Equipment, 简称为 UE) 12_1-12_N (12)。每一个用户终端设备 12 通过与所属服务小区 10 内的基站 11 保持连接, 来完成与其它通信设备之间的通信功能。

每次当用户终端设备 12 开机后, 一般并不知道其所处的位置、以及应选择哪个基站 11 (或者小区 10) 进行有关上行接入 (Uplink Access) 操作。用户终端设备选择小区进行接入的过程一般被称为“初始小区搜索”(Initial Cell Search) 过程。用户终端设备 12 进行初始小区搜索的目的是选择合适的工作频点, 并在该频点上取得与某个小区 10 内的基站 11 的下行同步, 同时解读该基站 11 发送的有关系统广播消息——依据这些信息, 用户终端设备 12 才能开始有关的上行接入过程, 并最终建立与该基站 11 之间的连接。

如图 2 所示, 为 TD-SCDMA 系统的帧结构示意图。该结构是根据 3G 合作项目 (3GPP) 规范 TS 25. 221 (Release 4) 中的低码片速率时分双工 (LCR-TDD) 模式 (1. 28 Mcps), 或者中国无线通信标准 (CWTS) 规范 TSM 05. 02 (Release 3) 中给出的。TD-SCDMA 系统的码片速率为 1. 28 Mcps, 每一个无线帧 (Radio Frame) 20_0 、 20_1 (20) 的长度为 5 ms, 即 6400 个码片 (对于 3GPP LCR-TDD 系统, 每个无线帧长度为 10 ms, 并可划分为两个长度为 5 ms 的子帧 (subframe), 其中每个子帧包含 6400 个码片)。其中, 每个 TD-SCDMA 系统中的无线帧 (或者 LCR 系统中的子帧) 20 又可以分为 7 个时隙 (TS0~TS6) 21_0-21_6 (51), 以及两个导频时隙: 下行导频时隙 (DwPTS) 22 和上行导频时隙 (UpPTS) 24 , 以及一个保护间隔 (Guard) 23 。进一步的, TS0 时隙 21_0 被用来承载系统广播信道以及其它可能的下行业务信道; 而 TS1~TS6 时隙 21_1-21_6 则被用来承载上、下行业务信道。上行导频时隙 (UpPTS) 24 和下行

导频时隙 DwPTS 时隙 **22** 分别被用来建立初始的上、下行同步。TS0~TS6 时隙 **21₀**~**21₆** 长度均为 0.675 ms 或 864 个码片，其中包含两段长均为 352 码片的数据段 DATA1 (**27**) 和 DATA2 (**29**)，以及中间的一段长为 144 码片的训练序列——中导码 (Midamble) 序列 **28**。Midamble 序列在 TD-SCDMA 有重要意义，包括小区标识、信道估计和同步 (包括频率同步) 等模块都要用到它。DwPTS 时隙 **22** 包含 32 码片的保护间隔 **30**、以及一个长为 64 码片的下行同步码 (SYNC-DL) 码字 **25**，它的作用是小区标识和建立初始同步；而 UpPTS 时隙包含一个长为 128 码片的上行同步码 (SYNC-UL) 码字 **26**，用户终端设备利用它进行有关上行接入过程。

10 按照 3GPP 规范 TS 25.224(Release 4)或者 CWTS 规范 TSM 05.08(Release 3) 中的有关定义，在 TD-SCDMA 系统中，当完成初始频点选择后，在每个候选频点上，初始小区搜索过程可分为以下四个步骤：

15 第一步骤, DwPTS 搜索: 通过将总共 32 个 SYNC-DL 码字 **25** 与接收信号序列进行相关处理或者类似处理后，得到 DwPTS 时隙的 (粗略) 同步信息，同时检测出最有可能的 SYNC-DL 码字；

20 第二步骤, 扰码和 Midamble 码字序列检测: 得到 DwPTS 粗略位置信息后，根据 TD-SCDMA 帧结构用户终端可以接收位于 TS0 (**21₀**) 上的 P-CCPCH (主公共控制物理信道) 信道上的 Midamble 部分接收信号 **28**。由于每个 SYNC-DL 码字 **25** 对应一个码组 (Code Group)，包含了 4 个可能的 Midamble 码字序列，因此通过将这 4 个可能的码字与 TS0 上 Midamble 部分的接收信号进行相关处理或者类似处理后，可检测出系统采用了其中哪个 Midamble 码字序列；由于扰码 (Scrambling Code) 和 Midamble 码字存在一一对应关系，所以扰码也可以检测到 Midamble 码字序列后同时获得；

25 第三步骤, 控制复帧同步: TD-SCDMA 系统中通过对 SYNC-DL 码 **25** 进行 QPSK (四相相移键控) 调制、并根据连续四帧内 SYNC-DL 码字 **25** 上的调制相位图案来确定控制复帧 (Control Multi-frame) 的开始。用户终端通过对接收 SYNC-DL 码字信号上调制相位图案的检测来确定控制复帧同步；

30 第四步骤, 读取 BCCH (广播信道) 信息: 获得控制复帧同步后，就可以知道哪些帧上有 BCCH 系统广播消息存在；用户终端对这些帧的 P-CCPCH 上的接收数据进行解调 (Demodulation) 和解码 (Decoding)，然后进行循环冗

余校验（CRC）；如果校验通过，则该块 BCCH 信息被认为有效并被传递给高层，初始小区过程成功结束。

初始小区搜索的方法及其装置设计，是 TD-SCDMA 系统设计中的重要课题之一。一方面，由于用户终端设备进行初始小区搜索之前往往只有很少的（甚至没有任何）系统信息，而且可能面临较恶劣的信道环境（例如，当用户处于小区边缘、或者处于阴影区时），因此要求所设计的初始小区搜索方法拥有优良的性能，能够在较短时间内找到目标小区，同时又要具有较好的鲁棒性（robustness），能适应各种开机环境；另一方面，又要求该设计具有合理的复杂度，避免由于软/硬件资源消耗过多、或者功耗太大等带来的一系列实现问题。

特别的，在 TD-SCDMA 系统中，前述初始小区搜索第一步骤的设计对整体设计尤为关键：因为此时用户终端设备还没有任何定时信息，所以往往需要通过在整个无线帧内进行接收信号与一个或者多个（最多 32 个）候选 SYNC-DL 码字之间进行一系列滑动相关操作及后续处理后，才能确定有关的定时信息及功率最强的 SYNC-DL 码字，然后开始初始小区搜索第二步骤的有关处理。例如，在国际专利申请公开号 W003/028399，发明名称为“小区搜索方法和通信终端设备”（CELL SEARCH METHOD AND COMMUNICATION TERMINAL APPARATUS）中，主要公开了一种在 TD-SCDMA 系统中执行所述小区搜索第一步骤的方法和装置，该方法中首先将所有候选 SYNC-DL 码与接收信号分别进行滑动相关，并找到相关值最大的候选 SYNC-DL 码字及其对应位置作为输出。虽然该方法可达到理论上最优的性能，但是，由于采用了将所有候选 SYNC-DL 码字分别在整帧长度内同接收数字采样信号（一般为 6 或 8 比特数字采样）进行相关的方法，所以对软/硬件的处理能力要求很高。假设接收信号输入采用 2 倍速数据采样（即对应每个码片有两个输入采样输入），且每个采样采用 6 比特量化，由于 SYNC-DL 码字长度为 64，对应 64 个采样的相关需要实/虚部各 64 个 12-比特的加减法操作，这样完成每个 5ms 子帧内的 SYNC-DL 码字的相关处理需要：

$$64 * 2 * 6400 * 2 = 1,638,400$$

个 12-比特加减法操作完成第一步骤。对于 TD-SCDMA 系统的初始小区搜索，如果要同时进行所有 32 个码字的相关处理，则在 5ms 内完成总共：

$$1, 638, 400 * 32 = 52, 428, 800$$

个 12-比特加减法操作，或者对应于在 1s 内完成总共：

$$52, 428, 800 * 200 = 10, 485, 760, 000$$

即 100 多亿个 12-比特加减法操作！——这是目前的商用软/硬件处理能力一般所难以达到的。因此，为了实现该装置，往往只能在每个 5ms 子帧内只进行一批若干个候选 SYNC-DL 码字（例如 2 个或者 4 个码字）的相关处理，并将所有候选 SYNC-DL 码字分成多批来处理。这样做的目的是降低对软/硬件处理能力的要求，但所付出的代价是拉长了执行初始小区搜索第一步骤所花费的时间。例如，假设每个子帧内处理 2 两个候选 SYNC-DL 码字，并且将相关结果进行 5 帧平均后来提高检测性能，这样，完成对所有 32 个候选 SYNC-DL 码字的相关处理，总共需要：

$$(32/2) * 5 * 5 = 400 \text{ ms}$$

完成。因此，如何降低该相关器的复杂度，同时又保证同步和检测性能满足一定的设计要求，是 TD-SCDMA 系统初始小区搜索过程设计中所面临的关键问题之一。

为了避免整个帧内进行对所有 SYNC-DL 码字进行的滑动相关处理，在国际专利申请公开号 WO01/074103，发明名称为“一种码分多址数字移动通信系统的小区初始方法”（METHOD OF CELL INITIAL SEARCH IN CDMA DIGITAL MOBILE TELECOMMUNICATION SYSTEM）中，公开了一种采用了所谓“特征窗”（Characteristic Window）的方法，进行 TD-SCDMA 系统中进行初始小区搜索中的第一步骤的方法。该方法的主要思想是，利用 TD-SCDMA 帧结构中 DwPTS 部分所特有的功率包络特性，先进行粗略的 DwPTS 同步，然后在该同步点附近在进行所有备选 SYNC-DL 码字的滑动相关处理，通过比较后选择具有最大相关峰值的 SYNC-DL 码字作为检测输出，并同时根据该最大相关峰的出现位置在进行精确的同步。这种方法初始小区搜索第一步骤划分为“粗同步”和“细同步”两步来进行，从而避免了在整个帧内进行滑动相关，因此其处理复杂度与前述最优方案相比大大降低。但是，该方案的性能很大程度上取决于其“特征窗”方法的有效性，由于仅采用了功率信息，导致这种基于 DwPTS 包络特性的方法，在低信干噪比（SINR）条件下、特别是 SINR<0dB 时，很难在短时间内找到正确的 DwPTS 位置；另一方面，由于 TDD 信号特有的各时隙

相对功率包络起伏可能较大的特性，在接收整个帧的数据时，经常要求采用分段的自动增益控制（AGC）的方法来调整输入信号——在此 AGC 作用的情况下，DwPTS 部分的功率包络特性是否仍然能被保留、或者其特征是否依然明显，仍有待进一步的研究。

- 5 在中国专利在中国专利申请号为 200410025693.6，发明名称为“时分同步码分多址系统中的初始小区搜索方法和装置”（INITIAL CELL SEARCH METHOD AND APPARATUS IN TD-SCDMA SYSTEM）中，公开了一种采用了“1 比特”相关的方法和装置，进行 TD-SCDMA 系统中进行初始小区搜索中的第一步骤的方法。该方法的核心是仅采用输入信号的符号位来进行相关处理，这样
- 10 可以大大简化传统的相关器结构，使复杂度大大降低。并且，在多种信道环境下的计算机仿真表明，由于采用这种低复杂度的相关处理结构而带来的性能损失也较小，一般仅在 2dB 以内；同时该“1 比特”相关方法和装置对 AGC 的控制精度要求也比采用传统相关方法有所降低。

 以上介绍的两种应用于 TD-SCDMA 系统中进行初始小区搜索中的第一步骤的方法，虽然复杂度相对较低，且花费的时间以及功耗都相对较低，但都不可避免地是以一定程度上的性能损失为代价的。这也意味着，采用这些次优（suboptimum）的方法，在信道传播环境较恶劣、亦即信干噪比较低的情况下，其正确检测概率与最优方法相比会有一定程度下降，同时输出错误的检测结果的概率也上升了。

- 20 这样，为了降低由于初始小区搜索第一步骤可能输出的错误检测结果而带来的不利影响，要求后续初始小区搜索步骤能够尽快的发现该错误，从而可以退回之前小区搜索步骤重新进行有关检测，或者放弃该频点上的小区搜索过程。在中国专利申请号为 03151479.0、名称为“时分同步码分多址系统中检测中导码序列的方法和装置”（MIDAMBLE SEQUENCE DETECTION METHOD AND
- 25 APPARATUS IN TD-SCDMA SYSTEM）中，提供了一种方法和装置：该方法和装置通过将最大似然 Midamble 码字的相关输出组内其它候选 Midamble 码字的相关输出相比较，可量化计算出所检测到 Midamble 码字的“可靠度”。并且，仅当该“可靠度”超过一个预设的门限值后，才认为检测到的 Midamble 码字有效并输出；否则，认为某种“错误”情况发生。这里所谓的“错误”情况，
- 30 包含（1）初始小区搜索第一步骤所检测到的 SYNC-DL 码字或者相应的帧同步

位置是错误的；(2) 信道环境太恶劣，即信干噪比太低；(3) 输入频点上没有 TD-SCDMA 信号载波，或者 TD-SCDMA 信号太弱。通过将所检测到 Midamble 码字的“可靠度”与一个预设的门限值做比较后，该方法和装置会产生“接受”或者“拒绝”标志——亦即，如果所检测到的 Midamble 码字具有较高的“可靠度”，则初始小区搜索第二步骤产生一个“接受”标志；反之，将产生一个“拒绝”标志。

如图 3 所示，为一种应用于 TD-SCDMA 系统的包含初始小区搜索第一、第二步骤的串行迭代的一个例子的示意图。一般的，在进行 TD-SCDMA 初始小区搜索时，首先执行初始小区搜索第一步骤 31，用于检测功率最强的 SYNC-DL 码字及其同步位置，然后执行初始小区搜索第二步骤 32，用于根据初始小区搜索第一步骤 31 的输出，检测 SYNC-DL 码字对应码组内的 Midamble 码字。这样就完成了一次包含初始小区第一、第二步骤的“迭代”。在所举例子中，由于初始小区搜索第二步骤产生了“拒绝”标志，则必须进行另一次迭代、亦即退回重新执行初始小区搜索第一步骤 33，然后根据其输出接着执行初始小区第二步骤 34。这一次初始小区搜索第二步骤产生了“接受”标志，因此终止迭代过程，并根据所检测到的 SYNC-DL 码字和 Midamble 码字，接下去继续执行初始小区搜索第三步骤 35。一般的，随着迭代次数的增加，正确检测的成功概率也会随之上升。但是，在图 3 所示的初始小区搜索第一、第二步骤的串行迭代过程中，假设其中第一步骤用了 F1 帧完成，第二步骤用了 F2 帧完成，当进行了总共 N 次迭代后，总共用了：

$$(F1 + F2) * N$$

帧的时间。由于任何一个时刻只能运行初始小区搜索第一步骤或者初始小区搜索第二步骤之一，所以该串行迭代方法所用的时间较长，尤其是在信干噪比较低条件下需要进行多次迭代后、才能达到一定性能的情况下。特别的，对于有能力并行实现初始小区搜索第一步骤和第二步骤的软/硬件结构而言，这也可看作是一种资源的浪费，其代价是较恶劣信道传播环境下初始小区搜索时间的迅速增加。

发明内容

本发明的目的在于提供一种应用于时分双工通信系统中用户终端设备

的进行初始小区搜索的方法，能够在较低信干噪比（SINR）条件下，通过初始小区第一步骤和第二步骤的利用流水线（pipeline）处理的并行迭代方法，能在较短时间内、以较高的成功概率完成帧同步和同步码字的检测，同时具有很低的误检概率。

5 本发明首先提供一种应用于时分双工通信系统用户设备接收机的、包含初始小区搜索第一步骤和第二步骤的一种并行迭代方法，所述方法包括以下步骤：

步骤一，将迭代次数计数器设置为零；

10 步骤二，执行初始小区搜索第一步骤，用于通过将候选SYNC-DL码字与接收信号做相关、并比较相关功率峰值后，检测出一个或者多个SYNC-DL码字及其同步位置；

步骤三，执行初始小区搜索第二步骤，用于根据前一次执行的初始小区搜索第一步骤的检测结果，通过将候选Midamble码字与接收信号的相应部分做相关、并比较相关结果后，依次分别检测出各码组中的Midamble码字，并
15 计算各码组中所检测Midamble码字的“可靠度”；

同时，再次执行初始小区搜索第一步骤，用于通过将候选SYNC-DL码字与接收信号做相关、并比较相关功率峰值后，检测出新的一个或者多个SYNC-DL码字及其同步位置；

20 步骤四，根据在步骤三中初始小区搜索第二步骤的检测结果，如果至少有一个所检测的Midamble码字的“可靠度”超过一个门限参数T1，则终止迭代过程，并进行后续操作，例如执行初始小区搜索第三步骤；否则，则继续执行步骤五；

步骤五，将迭代次数计数器的值增加一；

25 步骤六，将迭代次数计数器的值与一个预设的门限T2做比较（其中T2为一个正整数），若迭代次数不超过该门限，则返回步骤三开始新一次的迭代；反之，则终止迭代过程，并进行后续操作，例如在下一个频点上重新开始一次初始小区搜索过程。

附图说明

30 图1为一典型的蜂窝移动通信系统的简单示意图；

图 2 为 TD-SCDMA 系统的帧结构示意图；

图 3 为 TD-SCDMA 系统初始小区搜索第一步骤和第二步骤中的一种串行迭代方法的流程图；

图 4 为将本发明应用于 TD-SCDMA 系统初始小区搜索第一步骤和第二步骤中的一种并行迭代方法的流程图；

图 5 为将本发明应用于 TD-SCDMA 系统初始小区搜索第一步骤和第二步骤中的一种并行迭代方法的一个例子的示意图；

图 6 为应用本发明的并行迭代方法进行 TD-SCDMA 系统初始小区搜索第一和第二步骤的性能曲线图。

10

具体实施方式

以下根据图 4~图 6，说明本发明的较佳实施方式。

如图 4 所示，为将本发明应用于 TD-SCDMA 系统初始小区搜索第一、第二步骤中的一种并行迭代方法的流程图。

15 首先，在步骤 41 中，将迭代次数计数器设置为零。所述并行迭代过程中维护一个迭代次数计数器，用于统计已经进行的迭代次数，因此需要在迭代方法开始时将其清为零值。

接着，在步骤 42 中，执行初始小区搜索第一步骤，用于检测出一个或者多个 SYNC-DL 码字及其同步位置。所述的初始小区搜索第一步骤，包括将接收信号分别与各候选 SYNC-DL 码字进行相关，以及通过对各候选 SYNC-DL 码字相关结果的做进一步处理和比较后，从中选取出相关功率峰值最高的一个或者多个 SYNC-DL 码字、以及它们分别对应的同步位置作为该步骤的输出。一般的，为了便于初始小区搜索第一步骤和第二步骤的并行迭代按流水线 (pipeline) 方式高效执行，从而使得本发明的优势得以体现，应选取所用时间较短（和初始小区搜索第二步骤所用时间一样或者接近）的方法来实现该初始小区搜索第一步骤。因此，所选用的初始小区搜索第一步骤一般选用背景技术一节中所介绍的一类次优方法来实现。例如，可选取以下几种方案中的一种方法来实现所述的步骤 42 的初始小区搜索第一步骤中的所需处理：

25 (1) 在国际专利申请公开号 WO01/074103，发明名称为“一种码分多址数字移动通信系统的小区初始方法” (METHOD OF CELL INITIAL SEARCH IN

30

CDMA DIGITAL MOBILE TELECOMMUNICATION SYSTEM) 中, 公开了一种采用了所谓“特征窗”(Characteristic Window)的方法, 即利用 TD-SCDMA 帧结构中 DwPTS 部分所特有的功率包络特性, 先进行粗略的 DwPTS 同步, 然后在同步点附近再进行所有候选 SYNC-DL 码字的滑动相关处理, 并找到相关值最大的 SYNC-DL 码字及其对应的同步位置作为输出, 从而避免了在整个帧的长度内进行复杂的相关处理。

(2) 在中国专利申请号为 200410025693.6, 发明名称为“时分同步码分多址系统中的初始小区搜索方法和装置”(INITIAL CELL SEARCH METHOD AND APPARATUS IN TD-SCDMA SYSTEM) 中, 公开了一种采用了“1比特”相关的方法和装置, 即采用输入信号的符号位来进行低复杂度的相关处理, 并找到相关值最大的一个或者多个 SYNC-DL 码字及其对应的同步位置作为输出。

另外, 也可以对最优的一类实现方法进行修正, 例如每次不是完成所有的候选 SYNC-DL 码字的相关后才进行相关峰值检测, 而是只完成其中部分的候选 SYNC-DL 码字的相关后就进行相关峰值检测, 并试探性的输出一个或者多个 SYNC-DL 码字和同步位置供后续步骤进一步检测; 然后, 在后面的迭代过程中, 再完成其它部分的候选 SYNC-DL 码字的相关和相关峰值检测。这样, 不必等到完成所有 SYNC-DL 码字的相关后再进行检测, 而是将候选 SYNC-DL 码字分为若干批, 并且每完成一批相关后就对其进行检测。由于目标 SYNC-DL 码字出现在每批码字的概率相等或者接近, 因此平均而言, 可比原方法节省约一半的搜索时间完成初始小区步骤第一步骤。

当然, 所述步骤 42 也可以采用其它实现初始小区搜索第一步骤的方法, 而不改变其输入、输出特征。

在步骤 43 中, 并行执行初始小区搜索第一步骤和第二步骤。

一方面, 根据前一次执行的初始小区搜索第一步骤的输出, 通过将候选 Midamble 码字与接收信号的相应部分做相关、并进行比较后, 依次分别检测出各码组中的 Midamble 码字, 并计算各码组中所检测 Midamble 码字的“可靠度”(Reliability)。其中, 当第一次执行步骤 43 时, 要根据步骤 42 中执行的初始小区搜索第一步骤的检测结果, 来执行初始小区搜索第二步骤; 而当第二次执行步骤 43 及以后执行步骤 43 时, 则要根据前一次迭代中步骤 43 中执

行的初始小区搜索第一步骤的检测结果来进行。

所述的初始小区第二步骤，可采用如中国专利申请号为03151479.0、名称为“时分同步码分多址系统中检测中导码序列的方法和装置”（MIDAMBLE SEQUENCE DETECTION METHOD AND APPARATUS IN TD-SCDMA SYSTEM）中所提供的方法和装置的来实现。该方法和装置首先将候选Midamble码字与接收信号的相应部分进行相关以及有关处理后，通过比较找到每个码组内相关功率值最大的Midamble码字，亦即该码组内的最大似然（Maximum Likelihood）Midamble码字。然后，通过将最大似然Midamble码字的相关输出组内其它候选Midamble码字的相关输出相比较，可量化计算出所检测到Midamble码字的“可靠度”。一般的，“可靠度”越高，意味着所检测到的Midamble码字的相关功率相对于码组内其它Midamble码字更高，将该检测到的Midamble码字作为该码组内的Midamble码字检测输出的正确概率也就越高。

另一方面，在步骤43中，在执行初始小区搜索第二步骤的同时，还同时再次执行初始小区第一步骤，用于通过将候选SYNC-DL码字与接收信号做相关、并比较相关功率峰值后，检测出新的一个或者多个SYNC-DL码字及其同步位置。其检测结果，（如果经过后续步骤的判断还要返回步骤43的话）将在下一次执行返回步骤43时，被其中的初始小区搜索第二步骤所使用。

接下去，在步骤44中，将步骤43中初始小区搜索第二步骤检测到的所有Midamble码字的“可靠度”分别与一个门限参数T1作比较。其中门限参数T1一般为一个正实数。如果其中至少有一个所检测Midamble码字的“可靠度”超过该门限T1，则终止迭代过程并进行后续操作；反之，即若步骤43中初始小区搜索第二步骤所检测到的所有Midamble码字的“可靠度”均不超过门限参数T1，则继续执行步骤45。如果所检测Midamble码字的“可靠度”超过该门限参数T1，说明该检测Midamble码字具有很高的正确检测概率，因此认为步骤43中初始小区搜索第二步骤检测成功，这样就可以结束迭代过程；进一步的，将所有“可靠度”超过门限参数T1的Midamble码字检测结果作为初始小区搜索第二步骤的输出检测结果，提供给后续初始小区搜索步骤，用于进行进一步获取小区信息的有关操作。例如，后续初始小区搜索第三步骤，基于初始小区搜索第一步骤和第二步骤所分别检测到的SYNC-DL码字和Midamble码字结果，可进一步搜索P-CCPCH块，来完成复帧同步。

在步骤**44**中，门限参数T1的选取，对所述的初始小区搜索第一步骤和第二步骤的并行迭代方法的性能着重要的影响。当门限参数的取值越大，意味着门限越严格，从而初始小区搜索第一步骤和第二步骤的误检概率就越低，同时排除错误事件的能力也越强，但是此时正确检测概率也会受一定程度的影响，并可能一定程度上延长搜索时间。另一方面，当门限参数的取值越小，意味着门限越宽松，此时虽然正确检测概率会提高，但是误检概率也会同时增加，并且对错误事件的排除能力也减弱了。而把未检出的错误传递给后续步骤（例如初始小区搜索第三步骤和第四步骤），可能会大大增加搜索时间，并无谓消耗更多的处理功率。综上所述，针对具体的应用环境和实现考虑，应该仔细选择门限参数T1，在各设计指标之间进行反复折衷后，使所述初始小区搜索第一步骤和第二步骤的并行迭代方法的整体性能达到最优。

接下去，在步骤**45**中，将迭代次数计数器的值增加一。在步骤**45**后，迭代次数计数器中的储存值，记录了已经完成的初始小区搜索第一步骤和第二步骤的迭代次数。

接下去，在步骤**46**中，将迭代次数计数器的值与一个预设的门限T2做比较。其中T2为一个正整数。若迭代次数不超过该门限，则返回步骤**43**，开始新一次的迭代；反之，则终止迭代过程，并进行后续操作，例如在下一个频点上重新开始一次初始小区搜索过程。随着初始小区搜索第一、第二步骤迭代执行次数的增加，正确检测的概率也会增加（见后文提供的仿真结果）；但是，也应该控制迭代次数的上限，以避免在信号质量差的频点花费过多的时间进行搜索。因此，门限值T2的选择，应根据实际应用情况和设计目标予以综合考虑。

如图5所示，为将本发明应用于TD-SCDMA系统初始小区搜索第一、第二步骤中的一种并行迭代方法的一个例子的示意图。首先，执行第一次迭代中初始小区搜索第一步骤**51**。然后，根据其提供的检测结果（包括SYNC-DL码字和帧同步信息），执行初始小区搜索第二步骤**53**，这样就完成了第一次迭代；在执行初始小区搜索第二步骤**53**的同时，还并行的再次执行第二次迭代中的初始小区搜索第一步骤**52**。在例子中，由于发现第一次迭代中的初始小区搜索第二步骤**53**所检测到的Midamble码字中，没有一个的“可靠度”超过门限参数T1，即产生了“拒绝”信号，所以仍要继续进行迭代过程。接

下去，根据前面初始小区搜索第一步骤 52 提供的检测结果，执行初始小区搜索第二步骤 55，从而完成了第二次迭代；类似的，在执行初始小区搜索第二步骤 55 的同时，还并行的再次执行第三次迭代中的初始小区搜索第一步骤 54。在例子中，由于发现第二次迭代中的初始小区搜索第二步骤 55 仍产生了“拒绝”信号，所以仍要继续进行迭代过程。这样接下去，根据前面初始小区搜索第一步骤 54 提供的检测结果，执行初始小区搜索第二步骤 57，从而完成了第三次迭代；类似的，在执行初始小区搜索第二步骤 57 的同时，还并行的再次执行第三次迭代中的初始小区搜索第一步骤 56。这一次，第三次迭代中的初始小区搜索第二步骤 57 终于产生了“接受”信号，表明发现至少有一个检测到的 Midamble 码字的“可靠度”超过了门限参数 T1，所以迭代过程被终止。这样，在所示例子中，经过三次迭代后，成功完成了初始小区搜索第一步骤和第二步骤的任务，接下去，根据第三次迭代中初始小区搜索第一步骤 54 和第二步骤 57 所分别检测到的 SYNC-DL 码字和 Midamble 码字，执行初始小区搜索第三步骤 58，可进一步搜索 P-CCPCH 块，来完成复帧同步。所述并行迭代方法类似数字信号处理器（DSP）中常用的“流水线”（pipeline）式的处理方法，亦即将一次操作（相当于这里的一次包含初始小区搜索第一和第二步骤的迭代）分为若干个“阶段”（phase）顺序执行（这里初始小区搜索第一和第二步骤分别对应与两个阶段），然后同一时刻同时执行不同操作中的不同阶段，从效果上来看相当于并行执行了许多操作，这样就充分利用了系统的软/硬件资源，从而可以大大缩短处理时间，提高处理能力。

与背景技术中所介绍的一种串行迭代方法相比较，采用本发明的应用于 TD-SCDMA 系统初始小区搜索第一、第二步骤中的一种并行迭代方法，可以有效的缩短成功搜索时间。例如，假设采用初始小区搜索第一步骤和第二步骤分别用了 F1 帧和 F2 帧时间完成，则采用所述的并行迭代方法，进行 N 次迭代总共需要用：

$$\max (F1, F2) * N + F1$$

帧的时间，其中函数 max 表示取最大值操作。与串行迭代方法相比较，所述并行迭代方法所用的时间是其的：

$$\frac{\max (F1, F2)}{F1 + F2} + \frac{F1}{F1 + F2} \times \frac{1}{N}$$

当 $F_1=F_2$ 时，上式可简化为：

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{2 \times N}$$

特别的，当迭代次数 N 较大时，所述并行迭代方法所用的时间约是串行迭代方法的一半。

- 5 如图6所示，为应用本发明的并行迭代方法进行TD-SCDMA系统初始小区搜索第一和第二步骤的性能曲线图。其中，初始小区第一步骤中的相关处理采用了在中国专利申请号为200410025693.6，发明名称为“时分同步码分多址系统中的初始小区搜索方法和装置”（INITIAL CELL SEARCH METHOD AND APPARATUS IN TD-SCDMA SYSTEM）中，公开的一种采用了“1比特”相关的同步方法；而初始小区第二步骤则是中国专利专利申请号为03151479.0，名称为“时分同步码分多址系统中检测中导码序列的方法和装置”（MIDAMBLE SEQUENCE DETECTION METHOD AND APPARATUS IN TD-SCDMA SYSTEM）中，公开的一种包含了提供所检测Midamble码字的“可靠度”的方法。这里小区搜索第一和第二步骤均采用五个子帧并进行了平均后，来提高检测性能。仿真结果给出了对应1~4次迭代处理的仿真性能曲线。信道条件为高斯白噪声信道（AWGN）。由图6可见，随着迭代次数的增加，所得的正确检测概率指标也得以不断提高；其中，迭代次数在从1次到2次之间的性能提升幅度最大。此外，该方法的误检概率几乎为零（未画在所示的性能曲线图上）。一般的，当信道传播环境较好，亦即信干噪比较高的条件下（例如当 $DwPTS_Ec/N_0$ 高于-2.5dB时），一般只需要运行初始小区搜索第一步骤和第二步骤各一次，就可以成功检测出SYNC-DL码字和Midamble码字等信息。而当信道传播环境较恶劣，亦即信干噪比较低的条件下（例如当 $DwPTS_Ec/N_0$ 处于-7.5dB至-2.5dB之间时），则能够通过迭代次数的增加，亦即搜索时间的自适应的加长，来达到正确检测概率较好（例如高于90%）的搜索性能。

- 25 至此，已经结合附图详细地描述了本发明的一种最佳实施方式。本领域的普通技术人员应该可以认识到，这里用于描述本发明的各种逻辑单元、模块、电路以及算法步骤等，可以采用电子硬件（electronic hardware）、计算机软件（computer software）或者它们的组合来付诸实现。这里对各种元件、单元、模块、电路和步骤通常都是按照他们的功能来描述的，实现时究

竟采用硬件还是软件，是由整个系统的具体应用和设计约束来决定的。本领域的普通技术人员应该可以认识到在特定情况下硬件和软件的可互换性，并能针对具体应用采用最佳方式来实现本发明所描述的一种应用于 TD-SCDMA 系统初始小区搜索的方法和装置。

5 例如，这里用于描述本发明的各种逻辑单元、模块、电路以及算法步骤等，可采用以下方式或者它们的组合来实现，包括：数字信号处理器（DSP）、特殊用途集成电路（ASIC）、现场可编程门阵列（FPGA）或者其它可编程逻辑器件、分离的（discrete）逻辑门（gate）或者晶体管（transistor）逻辑、分离的硬件元器件（例如寄存器和 FIFO）、执行一系列固件（firmware）指令的处理器、传统的编程软件（programmable software）和有关处理器
10 （processor）等。其中，处理器可以是微处理器（microprocessor），也可以是传统的处理器、控制器（controller）、微控制器（microcontroller）或者状态机（state machine）等；软件模块可存在于 RAM 存储器、闪存（flash memory）、ROM 存储器、EPROM 存储器、EEPROM 存储器、寄存器、硬盘、可移
15 动磁盘、CD-ROM、或者任何现有已知的存储介质中。

本领域的普通技术人员显然清楚并且理解，本发明所举的最佳实施例仅用以说明本发明，而并不用于限制本发明，本发明所举各实施例中的技术特征，可以任意组合，而并不脱离本发明的思想。根据本发明公开的一种应用于时分通信系统中的小区搜索第一步骤和第二步骤的并行迭代方法，可以有
20 许多方式修改所公开的发明，并且除了上述的具体给出的优选方式外，本发明还可以有其它许多实施例。因此，凡属依据本发明构思所能得到的方法或改进，均应包含在本发明的权利范围之内。本发明的权利范围由所附权利要求限定。

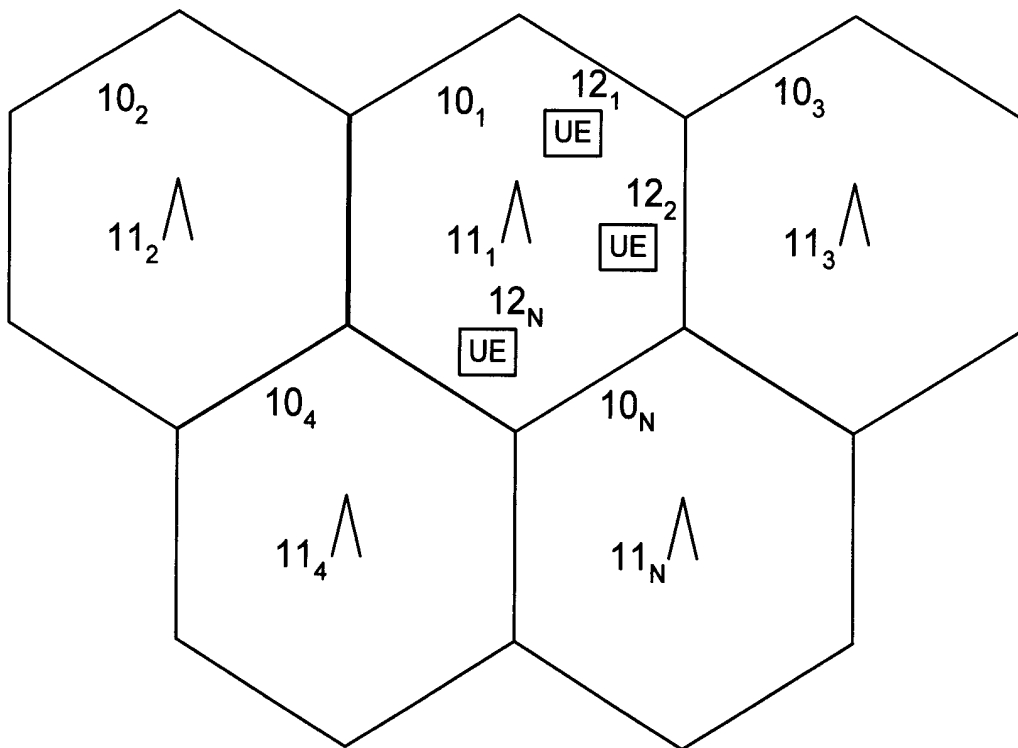


图 1

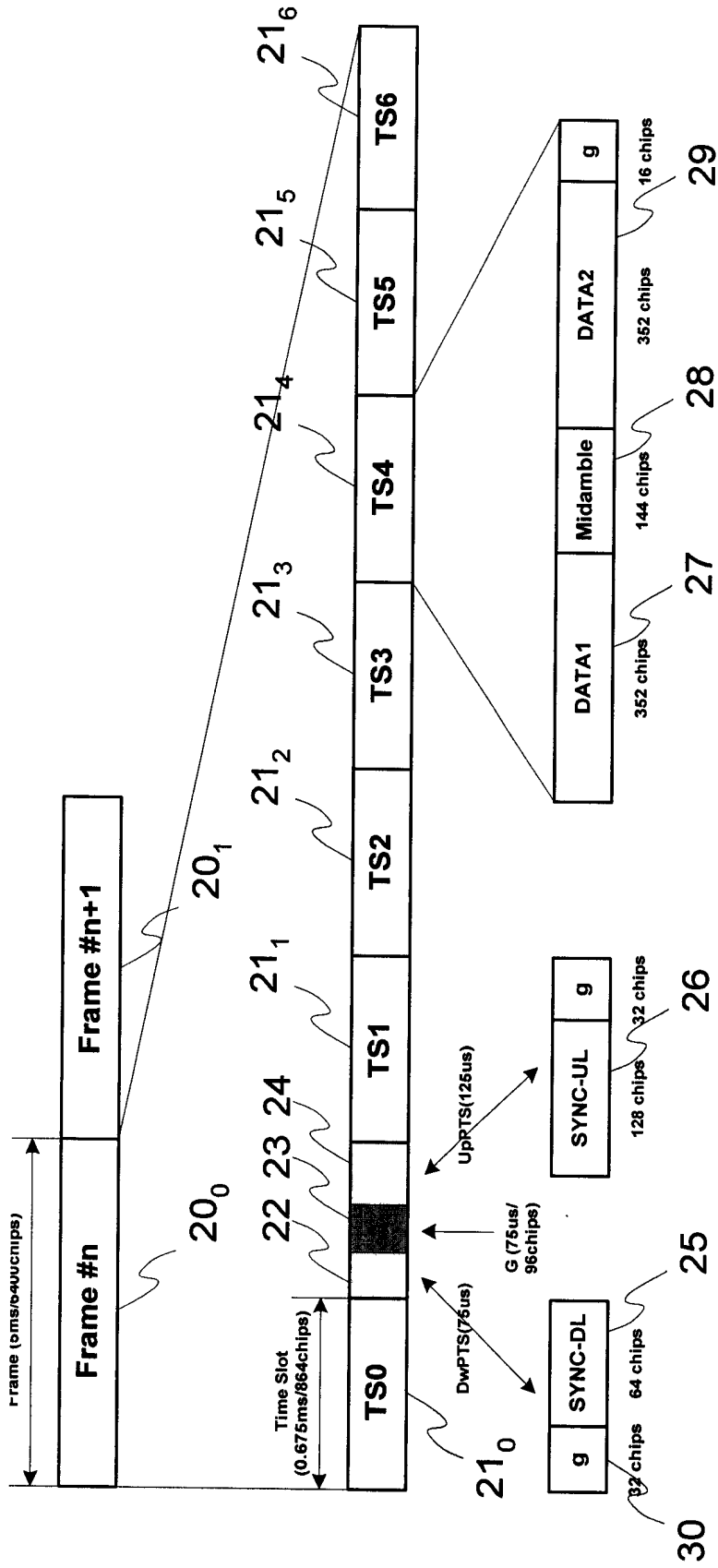


图 2

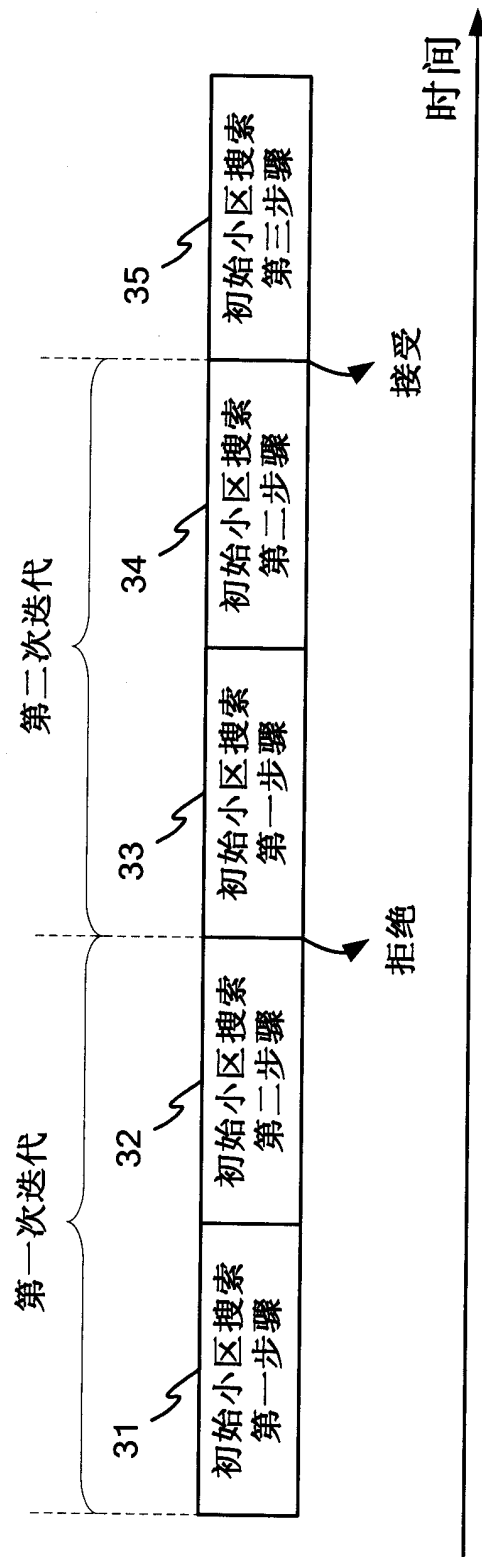


图 3

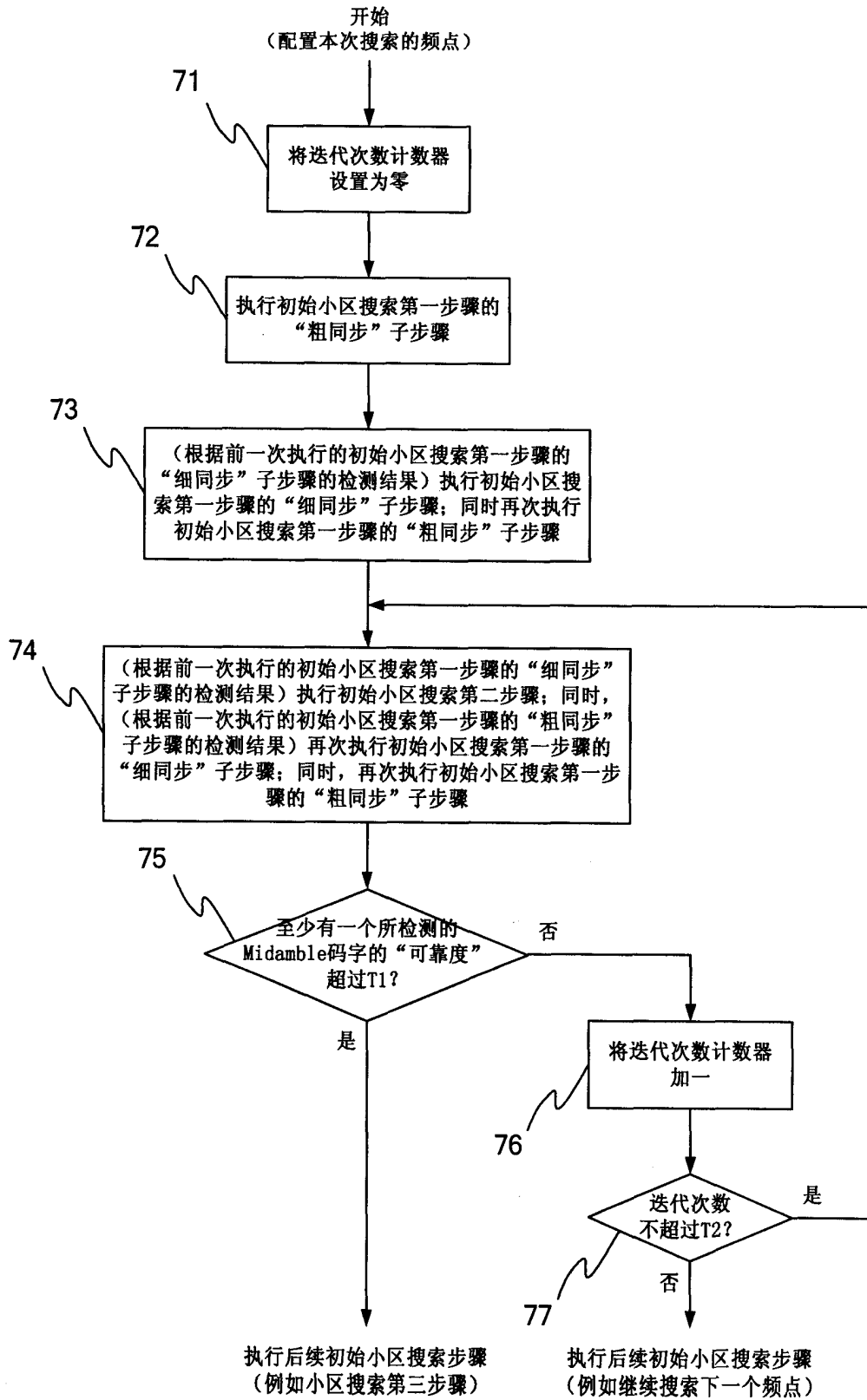


图 4

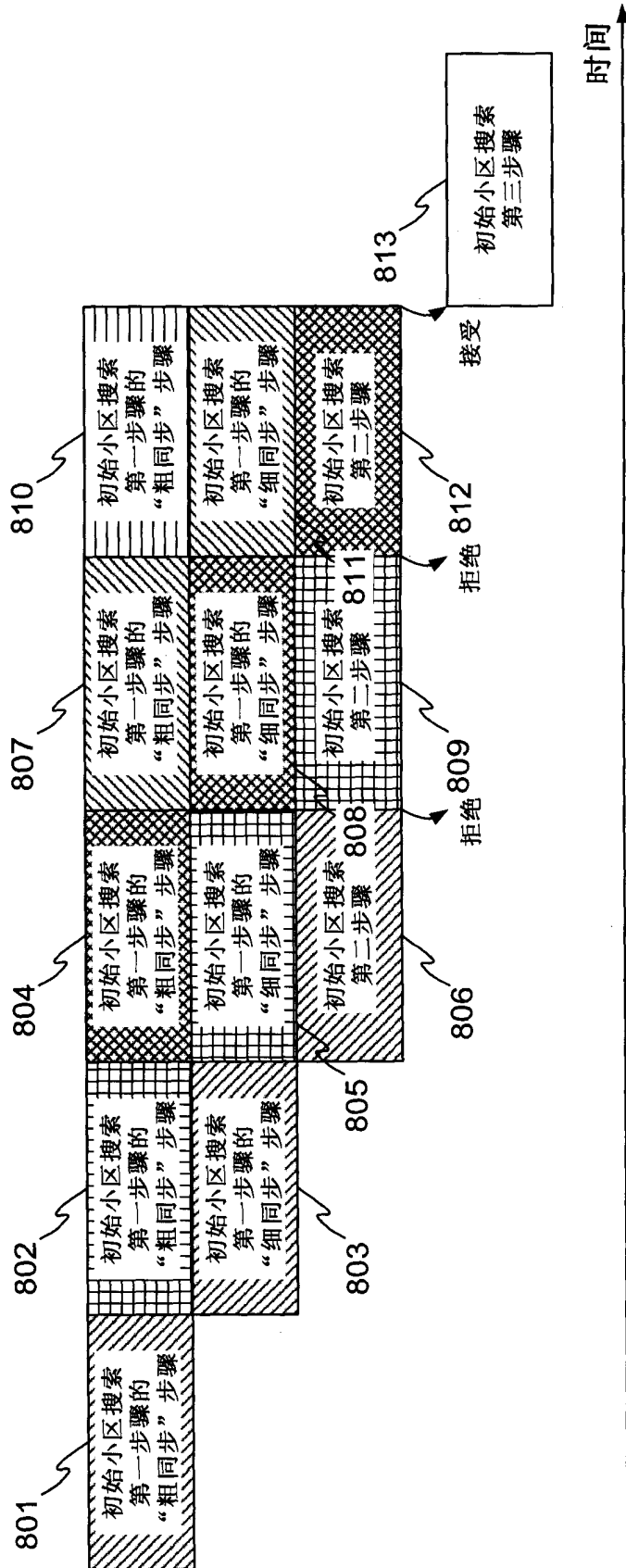


图 5

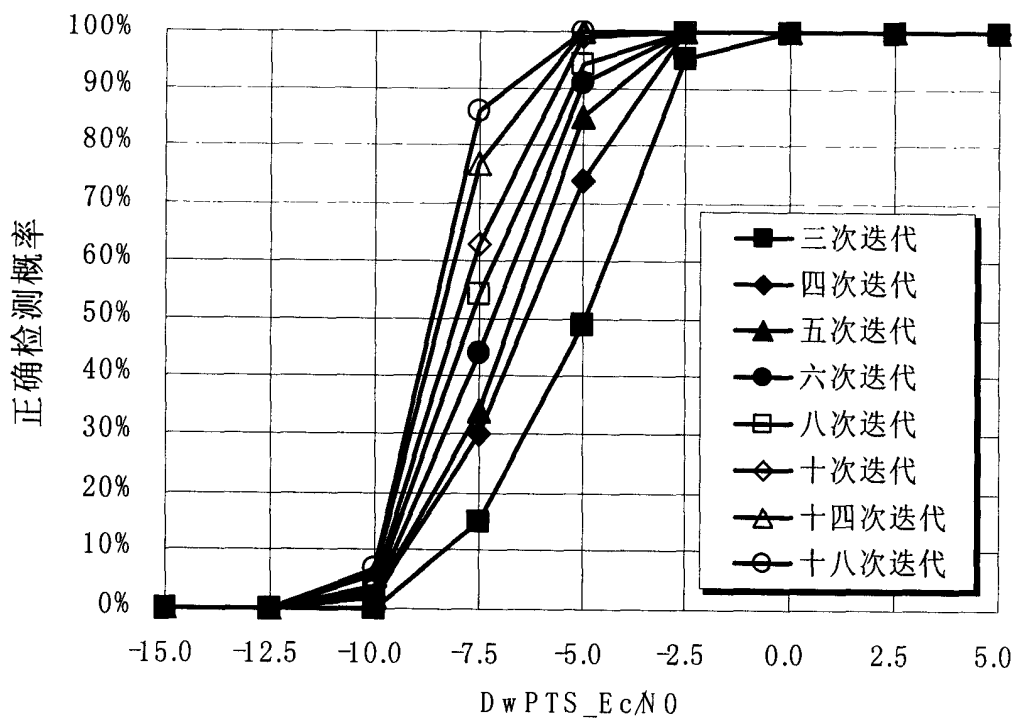


图 6