

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710063554.6

[51] Int. Cl.

H04B 7/14 (2006.01)  
H04B 7/26 (2006.01)  
H04B 7/02 (2006.01)  
H04W 88/02 (2009.01)  
H04L 12/18 (2006.01)  
H04L 12/56 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009年10月28日

[11] 授权公告号 CN 100555907C

[51] Int. Cl. (续)

H04L 12/28 (2006.01)

[22] 申请日 2007.2.5

[21] 申请号 200710063554.6

[73] 专利权人 北京邮电大学

地址 100876 北京市海淀区西土城路 10 号

[72] 发明人 彭木根 袁广翔 朱松 王文博

[56] 参考文献

CN1886920A 2006.12.27

US2006046643A1 2006.3.2

CN1826780A 2006.8.30

审查员 颜燕

[74] 专利代理机构 北京鑫媛睿博知识产权代理有限公司  
代理人 姚伯川

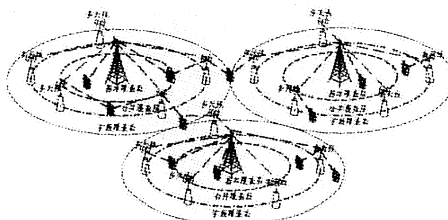
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 3 页

[54] 发明名称

一种支撑多媒体广播业务的无线多跳中继组网方法

[57] 摘要

在无线多跳中继网络中传输广播业务，与单播业务相比较，由于减少了中继节点的选择，网络传输更容易实现。基于广播业务特性，提出了一种支撑多媒体广播业务传输的无线多跳中继组网方法。该方法以基站和中继站作为网络构架中的基本组网单元共同覆盖一个小区的三层区域，其中中继站覆盖的两层区域扩展了基站的覆盖范围，同时减小来自邻小区的干扰，而且中继站的同步发送为广播业务提供分集增益，简化基站的规划和网络设计成本。为了支持这种支撑多媒体广播业务的中继组网方案，提出了一种适合中继网络的分层覆盖传输的帧结构，通过时分多址方式，使得终端可以自适应接收来自基站和中继站的广播信号；通过增加保护时延，以获得最大的分集增益。



1. 一种支撑多媒体广播业务的无线多跳中继组网方法，其特征在于该方法主要包括以下步骤：

第一步，根据业务量以及实际环境，布置若干大型基站，大基站采用多天线模式，基站位置选择的基本原则是保证基站覆盖范围内的终端接收到的小区间干扰足够小，此时的无线网络基于覆盖受限原则进行设计，基站的覆盖范围构成整个小区的基本覆盖层；

第二步，通过设置合适的中继站来补充基站无法覆盖的地域，此时中继站能够正确地接收到服务基站的信号，同时中继站在靠近基站的内侧区域能够形成与基站的联合覆盖，保证业务的连续接收；基站覆盖的基本覆盖层外侧与中继站之间构成的环状地带为基站和中继站的合并覆盖层，而环状的合并覆盖层外侧由中继站完成业务覆盖的环状区域为中继扩展覆盖层；

第三步，基站统一调度资源，保证来自基站的下行数据能够被中继站接收或被中继站和处于基本覆盖层内的终端同时接收；资源的调度、接入控制、功率控制、切换控制、时间提前量控制都由基站来统一管理；

第四步，处于三层覆盖区内的终端均采用分集技术提高接收信号质量，终端可接收来自多个中继站或者中继站和基站的信号，由于信息的同步，终端可获得分集增益；

适用于三层网络覆盖结构下传输多媒体广播业务及其同步发送方法的分层中继网络基本帧结构包括：

(1) 系统的一个完整的无线帧由下行帧和上行帧共同构成，上下行帧均支持三层网络覆盖结构下的基站、中继站和终端间的信息传输；

(2) 下行帧由前向导频信道、基站下行传输子帧和中继站下行传输子帧组成；若系统采用时间提前传输方式，在下行传输时，基站会提前一段时间把信息发送给中继站，中继站在接收到基站信号后进行处理，并在同步调整时间间隔内进行同步调整，然后接收基站发送的前向导频信号，完成与基站的同步和下行业务的发送；如果系统采用时间延迟发送方式，则中继站在接收到基站发送的下行数据后进行缓存和处理，在随后的同步调整时间间隔内进行同步调整，接着中继站进行同步发送前向导频信息和业务数据；

(3) 上行帧由终端上行接入子帧和中继站上行接入子帧组成，在终端接入子帧时间内由处于不同覆盖层内的终端向各自的接入基站或中继站发送上行数据，在中继站上行接入子帧由中继站将在终端上行帧时间内接收到的终端上行数据发送给基站；

(4) 每个无线帧之间保留一定的时间间隔；无线帧中的上下行帧之间保留一定的时间作为上下行切换保护时间间隔；基站与中继站的下行传输时隙之间保留一定的时间间隔用于中继站进行同步调整；

(5) 在基站下行传输子帧和中继站下行传输子帧包含有下行帧的帧头控制信息，包括下行信道描述、指示上下行带宽分配和控制信息，下行传输时隙中还包括业务数据信息；

(6) 系统将根据基站与中继站之间采用的信息同步传输方法选择使用对应的基本帧结构。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，

第三步中，在基站下行传输时，如果通信是在基站和中继站之间进行，则中继站对接收的信息进行处理和缓存；基站在其传输时隙内对处在基本覆盖层内的终端和可接收到其信号的中继站进行调度；中继站—用户间的通信与基站—用户 / 中继站的通信处于不同的时隙。

3. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，

保证基站与中继站信息同步的具体传输过程是，在时域上分开来自基站和中继站的信号，两者在不同的时隙发送，将下行帧分成两个子帧进行发送，基站下行传输子帧用于基站发送，同时中继站进行接收并处理，中继站下行传输子帧用于中继站和基站同时发送，这样来自基站和中继站的信号就不会干扰，而且可以获得媒体接入层的分集增益；基站下行传输子帧和中继站下行传输子帧之间留有一定的同步调整保护时隙，以做中继站的同步调整使用。

4. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，

另一种保证基站和中继站信息同步的传输方式是：采用一个基站下行传输子帧用于基站向基本覆盖区内的终端和中继站同时发送业务数据，中继站下行传输子帧用于中继站向终端发送业务数据，这样基站和中继站的信号就不会干扰，终端可以将同时接收到的多个中继站信号合并获得分集增益，也可将来自基站和中继站的信号在媒体接入层合并，获得分集增益；基站和中继站之间的发送时隙留有一定的保护间隔时间，以做中继站的同步发送调整使用；

当基站在其发送时间内发送信息时，覆盖区域内的中继站接收到信息并对信息进行处理和缓存，同时中继站在到来的中继站发送时隙中发送由基站在前一次或前几次基站发送

时隙内发送的已完成处理的信息，中继站此时正在发送的和刚完成接收的信息在基站端的发送时间间隔必须大于等于中继站的处理时延，以保证各个中继站能够有足够的时间完成信息处理和同步调整。

5. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，

保证基站与中继站之间信息同步的具体传输过程是，在时域上将下行帧分为基站下行传输子帧和中继站下行传输子帧，在基站发送时间内，基站将发送前向导频信息，以用于中继站保持与基站的同步和解调后继的业务数据信息，在中继站发送时间内，若系统采用时间提前发送方式，则基站会下行发送供中继站保持与基站同步的导频，以达到中继站与基站同步发送业务数据；若系统采用的是时间延迟发送方式，则下行帧在时域上分为基站下行传输子帧和中继站下行传输子帧，基站的基站下行传输子帧对应的是中继站和基站覆盖范围内的终端接收时隙，中继站通过接收每一个无线帧起始的由基站发送的前向导频信号的导频信号，以保持与基站同步；中继站的中继站下行传输子帧对应的是中继站下行发送时隙，该时隙前也有相应的导频，由中继站同步发送，因此在中继站的中继站下行传输子帧与基站的基站下行传输子帧之间有一段时间间隔，用来进行中继站同步调整。

6. 根据权利要求1或2或3或4或5所述的方法，其特征在于，

当终端通过多级中继站，最后接入服务基站的情况下，服务基站对多跳的中继站的管理采用无线网状网络的集中调度机制，进行资源分配以及时间提前设置或中继站时间延迟发送，保证终端能在同一时间接收来自不同中继站发来的同一内容的信息。

## 一种支撑多媒体广播业务的无线多跳中继组网方法

### 技术领域

本发明专门针对多媒体广播业务，提供了一种基于中继的组网方案。该方案即可应用于传统的蜂窝移动通信系统和新兴的无线宽带接入系统，如无线局域网、无线城域网等，也适用于无线广播电视系统，还可应用于异构无线通信系统。

### 背景技术

传统的蜂窝移动通信系统采用蜂窝结构，但是具有超高数据速率的第四代(4G)无线通信系统仍采用传统的蜂窝结构会存在很多问题，主要原因在于：第一，4G系统的传输速率比第三代(3G)系统要高两个级别。在指定发射功率电平的情况下，符号(比特)能量会随着传输速率的提高呈线性下降，因此，这种需求将会产生严重的功耗问题。第二，为4G系统发放的频谱无疑将位于3G系统所使用的2GHz频段以上。而通常这些频段的无线电传播在非可视距条件下，效果是相当差的，而非可视距条件正是当今城区蜂窝通信的典型运行模式。

要解决以上问题，必须大幅增加基站的密度，这会导致相当高的布网成本，而如果用户数量并没有以同样的速度增加的话，这套解决办法成本太高，经济效益欠缺。此外，为了实现全网覆盖，必须大量的布置基站，这对实际系统的网络设计也是一个挑战。另外，考虑到4G将以OFDM技术为基础，为了使下一代无线通信系统的频率复用尽量达到1，提高系统的频谱效率，采用传统的蜂窝结构将面临很多挑战。

如何减少小区间的干扰，提高系统性能，一直是业界研究的热点。对于多媒体广播组播(MBMS)业务来说，如何保证在一个基站服务的区域内能提供质量和速率相同的业务，是非常重要的。

目前的无线通信系统一般采用直放站来扩展覆盖范围，而随着无线自组织网络理论的发展，为了便于方便快捷组网，以及增强无线链路的抗毁性等，具有多跳特性的集中式控制网络体系结构也提出来了。中继技术将在下一代无线通信系统中占有重要作用。

采用中继站来扩展网络的覆盖范围，是从传统蜂窝移动通信系统的直放站发展过来的。但是本发明中所提到的中继站不再是传统直放站概念，而是可以看成是一个增强的接收机，它不仅具有对中继的数据进行功放的功能，还能通过采用多天线技术以及编码等，提高终端接收信号质量。

具体来说，中继站是对直放站的增强，传统的直放站一般只是对信号具有放大和转发的功能，而中继站还具有解码并转发的功能。直放站的放大并转发(AF)功能是指对接收的信号不进行解码等操作，直接在射频端进行功率放大，一般来说，这种操作非常简单，且设备非常便宜。而中继站的解码并转发(DF)先进行数字解码，然后在转发之前重新编码中继的信号，该过程有时称为“再生中继”或者“数字中继”。

通过DF，中继站可以和基站一起，进行无线资源管理和调度工作，并可采用先进的技术，例如协调冲突管理和联合传输。

从目前的中继技术来看，根据移动性或部署概念，可将中继站分为三种主要类型：固定中继站、临时固定中继站以及移动中继站。固定中继站不能移动，安装于一个固定位置，主要目的是在未获得充分覆盖的接入点小区中扩大覆盖范围、增加容量或每个用户吞吐量，或者将覆盖范围扩展至接入点覆盖范围以外的区域。可将可移动中继站定义为，根据覆盖范围的需要能够从一个位置移动到另一位置的中继站，即中继站可以位于不同的位置，并且随时间变化与各种中继与基站进行通信，但不执行切换过程。而移动中继站的移动性与要覆盖的用户终端人口/目标区域“相关”，需要支持复杂的流程（如切换），可以看作是一种功能增强的移动终端。

从上面的介绍可知，中继技术具有很多传统组网方式无法比拟的好处，是未来无线通信系统的关键机制之一。目前，有关中继技术的研究较少，还主要是停留在直放站的概念上，目的在于采用直放站扩大小区的覆盖范围。随着多跳无线自组织技术的发展，采用多跳的中继站来扩展覆盖范围成为近期关注的热点，但是目前所有与中继相关的技术还集中于中继数据的放大和转发上，没有对中继技术进行拓展，更没有充分利用中继技术的特征，对网络结构和希望框架进行增强。

## 发明内容

本发明的目的在于提出一种支撑多媒体广播业务的无线多跳中继组网方法，来对中继技术进行拓展，使其不仅能实现补充覆盖的功能，而且能提供分集增益，减少小区间干扰，提高频谱效率，使得基于OFDM的下一代宽带无线通信系统的频率复用因子可以达到1；从系统组网和网络架构设计方面应用中继技术，提高网络的整体性能，简化无线网络的规划和设计，不要求基站实现无缝覆盖；给出了终端的无线信号处理机制，以支持新型的分层覆盖网络架构。本方法主要用于承载多媒体广播组播数据业务，但也可以用于承载各种分组数据业务。

在对本发明的技术方案进行说明时，首先介绍如下基本原理：

1. 采用中继站的优势：终端一般不用多天技术，为了获得MIMO或者分集增益，所

以中继站采用多输入多输出技术（MIMO）或者分集技术；通过采用中继技术，基站的发射功率可以较小，从而可以减少对邻小区的干扰；中继站对接收到的信号进行编码，终端的信号质量会显著提高；对于处在基站和中继站覆盖范围的终端可获得来自一个或多个中继站以及来自基站的多条链路分集增益；对于不处在基站覆盖范围的终端可通过中继站得到服务，并且可以通过多个中继站的中继，获得源于多个中继站的多链路分集增益，扩展了业务的覆盖范围，保证了业务质量。

2. 中继站的设置和分层覆盖：根据基站的业务覆盖能力、中继站的接收能力、中继站的业务覆盖范围以及达到基站覆盖范围内的干扰信号足够小的要求，将基站和其对应的中继站共同的业务覆盖范围划分为三个部分：以基站为中心，按照终端的接收能力为标准，基站周围的终端可正常接收到基站发送的业务的圆形区域为基站的业务基本覆盖层；由于中继站的高度和信号接收能力要远大于终端，因此以中继站的接收能力为标准，在基站相对于终端的业务覆盖范围之外还存在一个以基站为中心的环状区域为中继站相对于基站发送业务的接收范围，该环状区域结合中继站相对于终端的业务覆盖范围共同构成了中继站的环状业务接收区域，是网络的合并覆盖层；由于采用中继站的一个重要目的在于扩展业务覆盖范围，同时结合中继站的业务覆盖能力，在中继站的业务接收范围之外存在一个以基站为中心的环状地带为网络的第三覆盖层，称为扩展覆盖层。为保证在整个基站和相应中继站的覆盖区域内达到良好的无缝覆盖，因此在进行中继站的设置时需要满足：中继站必须处于其业务接收范围之内，以保证中继站能正确地接收并解调基站业务信号；中继站的内侧覆盖环状区域必须与基站的覆盖区域有一定的交叠，使得终端在该第二层覆盖区域内能够获得基站和中继站的合并接收增益，以保证整个基站和中继站覆盖区域内业务接收的连贯性。因此中继站与基站覆盖区之间的环状合并覆盖层应由中继站的接收能力和覆盖能力共同决定，应选取两者别确定下来的中继站与基站的距离中较小一个作为中继站布网的位置选择标准。

处于不同区域内的中继站其作用为：放置于热点地区和基站基本覆盖层之中的中继站，主要用于提高信号质量，此时终端能收到来自基站和中继站的多条链路信号，从而获得分集增益；放置在合并覆盖层和扩展覆盖层之间的中继站主要用于扩展基站的覆盖范围，减少来自邻小区间的干扰。从而可以简化以 OFDM 为基础的下一代宽带无线通信网络的网络规划和设计，使得它们的频率复用因子达到 1。

### 3. 基站与中继站之间的信息传输和同步发送：

通过中继站对网络的覆盖范围进行扩展，中继站发送给其覆盖范围内的终端的业务信息在内容上应当与基站的同步，而且考虑到建网成本，基站与中继站之间通过无线的方式

传输业务数据，考虑到中继站对接收到基站信息的处理时延以及来自基站的信号的传播时延，因此，基站与中继站的下行传输采取时分的方式进行，即先由基站下行发送业务数据信息，同时中继站进行接收和处理，然后由中继站在其下行发送时间内进行业务数据的转发。通过将两者的下行发送在时域上分隔，以达到消除干扰，为终端提供分集的效果。在基站为中继站进行下行数据传输时，可采用基站提前为中继站进行下行业务的时间提前传输方式，也可采取基站下行为终端和中继站同时发送下行业务的时间延迟发送方式。

中继站之间的同步发送以及中继站与基站的同步发送对于终端是获得分集增益的基础，在基站进行下行数据发送时，为使中继站能够同步接收，在下行数据帧前发送用于同步使用的前向导频信号，同时终端也可以接收该导频信号与基站同步，接收基站下行数据。若系统采用时间提前发送方式时，基站在为中继站提前传输完下行数据后，必须留有一定的时间间隔以用于中继站进行数据的处理，保留的时间间隔过后基站将再次发送导频信号以用于中继站与基站进行同步，中继站接收到基站的第二次发送的导频信号并形成与基站的同步，待下行发送时间到来，中继站根据基站导频信号中的指示信息与基站同步发送下行数据，发送的下行数据为中继站在基站提前发送时隙内接收到并完成处理的基站下行数据。若系统采用时间延迟发送方式，则基站在发送完用于同步使用的前向导频信号后，进行对终端和中继站同时发送下行的业务数据，中继站同步接收基站发送的下行数据并进行缓存和处理，基站发送完下行数据后，留有一定的时间间隔用于中继站的数据处理和同步调整，该时间间隔必须足够用于中继站进行数据处理和同步调整。同步调整时，各中继站可根据基站的发送的业务控制信息中用于进行同步调整使用的时间标签信息确定各自相对于中继站的下行同步发送时刻的时间调整量，然后各自进行下行发送时间的调整，在中继站下行同步发送时刻进行同步发送。中继站下行发送时，首先发送用于终端进行同步的同步信息，然后发送下行数据业务，下行的数据业务可以为前一次基站下行发送的数据或更往前某次基站下行发送的数据，中继站正在发送的数据和刚对基站完成接收的数据在基站端的发送时间间隔加上系统留有的保护间隔必须大于等于中继站最大的处理时延以及同步调整时间。

#### 4. 终端对业务的接收：

在实际网络中，会出现如下场景：

(1) 处于合并覆盖层或扩展覆盖层的终端不能直接接收来自基站的有用信号，只能接收到单一中继站的信号，此时收到的信号由于有中继站的中继效果，所以质量较无中继站的情况下要好非常多，可以扩展基站的覆盖范围；

(2) 如果基站在采用时间提前传输模式，且终端能同时收到来自一个中继站和服务



基站的信号，由于这两个信号能保证同步，所以终端能够获得分集增益；或中继站采用时间延迟发射传输模式，处于基本覆盖层和合并覆盖层的终端能够在不同时间分别收到来自一个中继站和服务基站的同一信息的信号，终端可以在 MAC 层或更上层完成选择合并，且处于两个覆盖层的终端可以根据从基站接收的信息的校验结果来选择是否需要继续接收中继站发送的同一信息。

(3) 如果处于合并覆盖层和扩展覆盖层的终端能收到来自多个中继站的信号，由于中继站达到同步发送相同内容，因此，不同中继站的信号可以直接合并，获得分集增益。

(4) 如果基站在采用时间提前传输模式，处于基本覆盖层和合并覆盖层的终端既能接收到来自服务基站的信息，同时也收到多个来自中继站的信号，由于中继站信号能够同步，所以终端可以直接采用物理层合并，获得分集增益；或中继站采用时间延迟发射传输模式，处于基本覆盖层和合并覆盖层的终端能够在不同时间分别收到来自服务基站和多个中继站的同一信息的信号，由于中继站之间信号同步，因此终端可以完成多个中继站信号在物理层的合并，对从基站和多个中继分别接收到的同一信息，终端可以在 MAC 层或更上层完成选择合并，且终端可以根据从基站接收的信息的校验结果来选择是否需要继续接收多个中继站发送的同一信息。

5. 中继站和基站资源的使用和分配：采用基站统一控制和调度的方式，基站知道每个接入终端的详细信息，也知道其所连接中继站的信息，目的在于实现同步以及进行资源的统一调度。

本发明的具体技术方案：

网络部署实施方案：

第一步，根据业务量以及实际环境等，布置若干大型基站，构成网络的基本覆盖层。大基站采用多天线模式，基站位置选择的基本原则是保证基站覆盖范围内的终端接收到的小区间干扰足够小，此时无线网络是覆盖受限，而非干扰受限；

第二步，通过设置合适的中继站来扩展无线覆盖范围，为了保证中继站接收信号的质量，要合理布置中继站，避免一个中继站能收到其它基站发来的信号，即尽量减少相邻基站的服务区域，根据中继站的接收能力和覆盖能力确定中继站的设置，同时确保中继站的覆盖范围与基站的覆盖范围有适当的重叠，以构成网络的合并覆盖层，同时中继站的外侧构成扩展覆盖层；

第三步，基站统一调度资源，采用合适的传输方式，保证来自基站的业务数据能够在三层覆盖的网络结构中进行传输而不被干扰，协调中继站的下行传输，确保同一信息能够达到各个覆盖层内的终端；

第四步，中继站对中继的信息进行编码处理，基站和中继站之间进行协调，同时中继站也进行同步调整，保证处于合并覆盖层和扩展覆盖层内的终端收到来自中继站或基站和中继站的信号能够时间同步；

第五步，终端采用分集等技术提高接收信号质量，可接收来自多个中继站或者基站的信号，保证接收的信息能同步，获得分集增益；

以上步骤中，资源的调度、接入控制、功率控制、切换控制、时间提前量控制等都由基站来统一管理。

为在以上部署的分层覆盖网络构架下传输 MBMS 业务，根据上述的基本原理和网络实际场景需求，设计了支持 MBMS 业务在无线多跳中继网络中传输的基本帧结构：

(1) 为满足系统需要了解每个终端的具体信息以及终端连接的中继站的信息，实行系统的资源统一调度，因此，系统的帧结构在时域上划分为下行帧和上行帧，下行帧主要用于基站端业务数据的下行发送和中继站的下行转发，上行帧用于终端和中继站上行传输信息，它们共同构成一个完整的系统帧。

(2) 为了达到中继站的同步发送，消除由于中继站的处理时延造成的基站和中继站之间的干扰，在系统的下行帧中划分为基站下行传输子帧和中继站下行传输子帧。基站的下行传输子帧由前向导频信道、基站下行传输帧构成，基站下行传输帧中包括系统的控制信息和业务数据信息。中继站的下行帧中按照基站与中继站之间不同的信息传输方法分为两种模式，当基站与中继站采用时间提前传输模式时，中继站的下行子帧只传输系统控制信息和业务数据，而下行的前向导频信息由基站发送，而且在中继站进行下行数据的发送时，基站也同步发送相同内容的下行业务数据；当基站与中继站之间采用时间延迟发送方式时，中继站在其下行子帧发送时间内同步发送下行数据，包括前向导频信息，系统控制信息和业务数据信息，基站在中继站发送下行业务数据时不进行下行发送。

(3) 在基站下行传输子帧和中继站下行传输子帧中包含有下行传输子帧的帧头控制信息，包括下行信道描述、指示上下行带宽分配、控制信息等，下行传输时隙中还包括业务数据信息。

(4) 上行帧由终端上行接入子帧和中继站上行接入子帧组成，终端接入子帧时间内由不同的终端向各自的接入基站或中继站发送上行数据，在中继站上行接入子帧由中继站将在终端上行帧时间内接收到的终端上行数据发送给基站。

(5) 每个完整的系统无线帧在进行传输时，无线帧之间都留有一定的时间间隔；每个系统无线帧中的上下行帧之间保留一定的时间间隔作为上下行传输切换保护时间间隔；基站与中继站的下行传输子帧之间保留一定的时间间隔用于中继站进行数据处理和同步

调整。

(6) 系统将根据基站与中继站之间采用的信息传输方法选择使用对应的帧结构。

基本帧结构示意图见附图 2。

本发明的有益效果在于,采用中继站技术支撑多媒体广播业务的无线多跳中继网能够主要获得以下几个好处:

1. 简化了下一代无线接入网络的设计,通过减少布置大型基站,降低了布置基站的成本,减轻了站址选择、基站规划优化等繁琐的工作。放置中继站的天线杆也不需要与基站一样高,这样就可减少运营开支(如服务提供商租用塔架及维护成本)。

2. 中继站未与骨干网进行有线连接,它们存储从基站无线接收的数据,进行处理,然后将其转发至用户终端,反之亦然,这样无需在基站和有线骨干网之间为中继站安装接口,从而省去了底板(作为接口使用)的费用。

3. 对于小区边缘用户来说,基站到终端之间的直接传播损耗比经过中继站中继的路径损耗要大得多,采用中继站技术可以提高远离基站的各终端的链路数据速率,从而潜在地解决了较大型小区中高数据速率的覆盖问题,提高了小区边缘的信号质量。

4. 基站和中继站间通过采用多天线技术,提高了链路的传输性能;控制和管理中继站以及终端的无线链路传输,通过接收到中继信号和基站的信号后进行分集处理等先进技术提高传输信号质量,中继站采用编码等先进的信号处理技术,提高了终端接收到的信号质量。

5. 给出了基站和中继站之间的无线处理机制,以提供分集增益,消除了由于中继站的处理时延造成的干扰和造成系统闭环振荡的可能性。

6. 提出了一种有效的针对无线多跳中继网络下的 MBMS 业务的基本传输帧结构,实现了基站与中继站,基站与终端,中继站与终端之间的上下行传输,以及中继站的同步发送和网络的分层扩展覆盖。同时基本帧结构还具备可扩展性,能够有效地支持所提出的网络结构下的其它业务和支持多跳传输模式。

7. 本网络构架和无线处理机制还可扩展支持多跳无线中继传输,从而灵活的扩展覆盖范围,以及灵活组网等。

此外,本方法最适合 OFDM 系统,因为这种系统解决了邻小区同频组网的问题。

综上所述,中继技术具有很多传统组网方式无法比拟的好处,是未来无线通信系统的关键机制之一。

## 附图说明

图 1 支撑多媒体广播业务的无线多跳中继网络拓扑结构图

图 2 支撑多媒体广播业务的无线多跳中继网络的帧结构

图 3 支撑多媒体广播业务的无线多跳中继网络的网络设计主要步骤

图 4 基站时间提前传输模式示意图

图 5 中继站时间延迟发送传输模式示意图

图 6 单跳中继传输模式示意图

## 具体实施方式

图 1 给出了依照本发明的方法得到的支撑多媒体广播业务的无线多跳中继网络拓扑结构，其中基站只是覆盖较小的区域，构成网络的基本覆盖层，如图 1 中蓝色区域所示。图 1 中的灰色环状区域为根据中继站的接收能力和覆盖范围共同确定的中继站内侧覆盖区，在该区域内由于可以接收到基站和中继站的信号，因此构成网络的合并覆盖层，白色的环状区域为中继站的外侧扩展覆盖层。单个中继站的服务范围远远小于基站的覆盖范围，主要用于补充覆盖（如图 1 中虚线和点划线环状区域所示），以及减少小区间的干扰，还有就是提供分集增益。

在实际操作过程中还要注意以下几点：

第一，中继站扩展基站的服务范围（即服务区域），终端和中继站的资源分配和调度都由基站统一协调和控制，为了简化网络的复杂度，建议先支持单跳中继站，以后再扩展支持多跳中继站；

第二，对于处在覆盖区域的终端来说，能够接收到来自基站的信号。如果希望提高信号质量，可以在覆盖区域内设置中继站，从而获得来自中继站的额外分集增益；

第三，在服务区域的终端，能接收一个或者多个中继站的信号，由于多个中继信号都由同一基站来集中控制，中继站之间可以实现同步，所以终端可以获得分集增益；

第四，两个基站的服务区域可以重叠，对于重叠的区域，由于两个基站传输的信息是一样的，可以合并两个基站服务区域的中继站，从而提高 MBMS 性能。

图 2 给出了支撑多媒体广播业务的无线多跳中继网络的帧结构，帧结构图（a）针对的是采用时间提前发送技术，图（b）针对的是采用时间延迟发送方式。

图 2（a）中，BS 前导信道用于基站发送前向导频信息，DL-BS 基站下行发送子帧，DL-BS, RS 为中继站和基站同步下行传输子帧，UL-SS 为终端上行传输子帧，UL-RS 为中继站上行传输子帧；TI 为系统保留时间间隔，DL-BS 与 DL-BS, RS 之间的 TI 为中继站用于信号处理和同步调整保护时间间隔，DL-BS, RS 与 UL-SS 上下行传输切换保护时间间隔，整个系统无线帧最后一个系统保留时间间隔用于每个系统无线帧之间的分隔，基站和中继站的下行帧中的数据包括系统的业务控制信息和业务数据信息，它们分隔封装在物理层的每

个发送时隙中。

图 2 (b) 中, BS 前导信道用于基站发送前向导频信息, DL-BS 基站下行发送子帧, DL-RS 为中继站同步下行传输子帧, UL-SS 为终端上行传输子帧, UL-RS 为中继站上行传输子帧; TI 为系统保留时间间隔, DL-BS 与 DL-RS 之间的 TI 为中继站用于信号处理和同步调整保护时间间隔, DL-RS 与 UL-SS 上下行传输切换保护时间间隔, 整个系统无线帧最后一个系统保留时间间隔用于每个系统无线帧之间的分隔。基站和中继站的下行帧中的数据包括系统的业务控制信息和业务数据信息, 它们分隔封装在物理层的每个发送时隙中。

图 3 给出了支撑多媒体广播业务的无线多跳中继网络的网络设计主要步骤, 具体包括如下:

第一步, 根据业务量以及实际环境等, 布置几个大型基站, 大基站采用多天线模式, 基站位置选择的基本原则是保证基站覆盖范围内的终端接收到的小区间干扰足够小, 确定网络的基本覆盖层, 此时无线网络是覆盖受限, 而非干扰受限。

第二步, 通过设置合适的中继站来扩展无线覆盖范围。为了保证中继站接收信号的质量, 要合理布置中继站, 综合考虑中继站的覆盖能力和接收能力, 避免一个中继站能收到其它基站发来的信号, 即尽量减少相邻基站的服务区域, 为中继站选择合适的位置, 以构成网络的合并覆盖层和扩展覆盖层。此时可以采用各种先进技术, 如方向性天线、MIMO 技术等。为了节省成本, 以及简化网络建设, 中继站和基站间使用无线通信技术进行通信。把基站覆盖范围以及与该基站相关的中继站的覆盖范围一起合成为整个基站的服务区域。

第三步, 基站统一调度资源, 保证来中继站能够接收到基站发送的下行信息和中继站的同步发送, 需要对基站和中继站之间的传输方式进行选择。可以选择在下行传输时, 基站会提前一段时间把信息发送给中继站, 时间提前量大于或等于中继站从接收到再发送出去的处理时间。从这个角度来说, 基站一般分两层进行资源调度, 第一层是对中继站进行资源调度, 第二层是直接对处在基站覆盖范围内的终端进行调度, 而且两者之间存在相关性。或者可以采取先由基站发送信息, 该信息发送给基站覆盖区内的终端和可接收到该信息的中继站, 中继站对接收的信息进行处理和缓存, 在中继站对接收到的信息进行处理和缓存的同时发送在上一次或前几次接收到的由基站发送的并已完成处理的信息, 中继站正在发送的信息和刚完成接收的信息在基站端的发送时间间隔必须大于或等于中继站的处理时延。那么, 基站的信息发送主要针对基本覆盖层内的终端和附属的中继站, 中继站的信息发送主要服务于合并覆盖层和扩展覆盖层内的终端, 基站和中继站的信息发送从时间上进行分隔, 因而不会造成干扰, 而多个中继站同时发送相同信息能够为终端提供分集。基站与中继站分别发送的信息具有一定的相关性。

第四步，中继站对中继的信息进行编码处理，基站和中继站之间进行协调，中继站根据系统所使用的基站与中继站之间的传输模式进行同步调整，保证终端收到来自中继站的信号或基站和中继站的信号能够时间同步。如果系统使用的时间提前传输方式，在下行传输时，基站会提前一段时间把信息发送给中继站，中继站在接收到基站信号后进行处理，并在同步调整时间间隔内进行同步调整，然后接收基站发送的前向导频信号，完成与基站的同步和下行业务的发送。如果系统使用时间延迟发送方式，则中继站在接收到基站发送的下行数据后进行缓存和处理，在随后的同步调整时间间隔内进行同步调整，接着中继站进行同步发送前向导频信息和业务数据。如果终端能收到来自同一基站服务区域多个中继站的信号，则基站要同时在这几个中继站间为该目标用户进行相同资源分配，时间提前和资源调度。为了简化终端的设计，来自基站和来自中继站的信号采用相同的无线制式，并且可以实现物理层的合并。终端接入无线网络时，判决能识别的信号，如果有多路信号可以识别（来自基站或者来自中继站），则采用最大比增益合并分集进行处理。来自基站的信号和来自中继站的信号有编码增益，即中继站会对接收到的信号进行空时编码处理，然后再转发出去。

第五步，终端采用分集等技术提高接收信号质量，可接收来自多个中继站或者基站的信号，保证终端接收的信息能够同步，获得分集增益。

以上步骤中，资源的调度、接入控制、功率控制、切换控制、时间提前量控制等都由基站来统一管理。

图4给出了基站时间提前传输模式中一次完整的下行传输子帧的示意。同一信息需要提前一段时间发送给中继站，以保证终端能同步收到来自基站和中继站的信号，这对基站的调度功能提出了很高的技术要求。一种变通的方法则是在时域上分开来自基站的信号还是来自中继站的信号，两者到达终端的时间是不同的，即两者采用不同的时隙发送，例如一帧分成两个子帧进行发送，第一个子帧用于基站发送，同时中继站进行接收并处理，第二个子帧用于中继站和基站同时发送，这样来自基站和中继站的信号就不会干扰，而且可以获得MAC层的分集增益。

图5给出了中继站时间延迟发送传输模式中一次完整的下行传输子帧的示意。为保证中继站之间的信息同步发送，本发明仍然采用在时域上进行基站和中继站的发送时隙分隔，一次完整的发送时隙由两次发送时隙构成，前一时隙由基站发送信息，后一时隙由中继站发送信息。基站和中继站之间的发送时隙留有一定的保护间隔时间，以做中继站的同步调整使用。当基站在其发送时隙内发送完信息后，覆盖区域内的中继站接收到信息后对信息进行处理，同时中继站在到来的中继站发送时隙中发送由基站在前一次或前几次基站

第四步，中继站对中继的信息进行编码处理，基站和中继站之间进行协调，同时中继站也进行同步调整，保证处于合并覆盖层和扩展覆盖层内的终端收到来自中继站或基站和中继站的信号能够时间同步；

第五步，终端采用分集等技术提高接收信号质量，可接收来自多个中继站或者基站的信号，保证接收的信息能同步，获得分集增益；

以上步骤中，资源的调度、接入控制、功率控制、切换控制、时间提前量控制等都由基站来统一管理。

为在以上部署的分层覆盖网络构架下传输 MBMS 业务，根据上述的基本原理和网络实际场景需求，设计了支持 MBMS 业务在无线多跳中继网络中传输的基本帧结构：

(1) 为满足系统需要了解每个终端的具体信息以及终端连接的中继站的信息，实行系统的资源统一调度，因此，系统的帧结构在时域上划分为下行帧和上行帧，下行帧主要用于基站端业务数据的下行发送和中继站的下行转发，上行帧用于终端和中继站上行传输信息，它们共同构成一个完整的系统帧。

(2) 为了达到中继站的同步发送，消除由于中继站的处理时延造成的基站和中继站之间的干扰，在系统的下行帧中划分为基站下行传输子帧和中继站下行传输子帧。基站的下行传输子帧由前向导频信道、基站下行传输帧构成，基站下行传输帧中包括系统的控制信息和业务数据信息。中继站的下行帧中按照基站与中继站之间不同的信息传输方法分为两种模式，当基站与中继站采用时间提前传输模式时，中继站的下行子帧只传输系统控制信息和业务数据，而下行的前向导频信息由基站发送，而且在中继站进行下行数据的发送时，基站也同步发送相同内容的下行业务数据；当基站与中继站之间采用时间延迟发送方式时，中继站在其下行子帧发送时间内同步发送下行数据，包括前向导频信息，系统控制信息和业务数据信息，基站在中继站发送下行业务数据时不进行下行发送。

(3) 在基站下行传输子帧和中继站下行传输子帧中包含有下行帧的帧头控制信息，包括下行信道描述、指示上下行带宽分配、控制信息等，下行传输时隙中还包括业务数据信息。

(4) 上行帧由终端上行接入子帧和中继站上行接入子帧组成，终端接入子帧时间内由不同的终端向各自的接入基站或中继站发送上行数据，在中继站上行接入子帧由中继站将在终端上行帧时间内接收到的终端上行数据发送给基站。

(5) 每个完整的系统无线帧在进行传输时，无线帧之间都留有一定的时间间隔；每个系统无线帧中的上下行帧之间保留一定的时间间隔作为上下行传输切换保护时间间隔；基站与中继站的下行传输子帧之间保留一定的时间间隔用于中继站进行数据处理和同步

方式是：中继站对接收到的信号进行共轭处理然后再转发出去。由于中继站的处理时延，中继的信号和直接来自基站的具有相同内容的信号，两者时间上有较大延迟，此时对接收到的来自基站的信号先在物理层进行缓冲，待中继站来的信号一起进行合并，合并的窗口大小设置在 8 个 TTI 就足够了。

以上的方案要求终端增加一个较大的缓冲器，对物理层需要进行较大的改动，一种替代方法是在终端采用多天线技术，终端可以识别出是来自大基站的信号，还是来自中继站的信号，然后在 MAC 层进行合并。

尽管本发明已参照具体实施方式进行描述和举例说明，但是并不意味着本发明限于这些描述的实施方式。同时要说明的是本发明中的技术方案并不专门针对哪一种特定的无线通信系统。



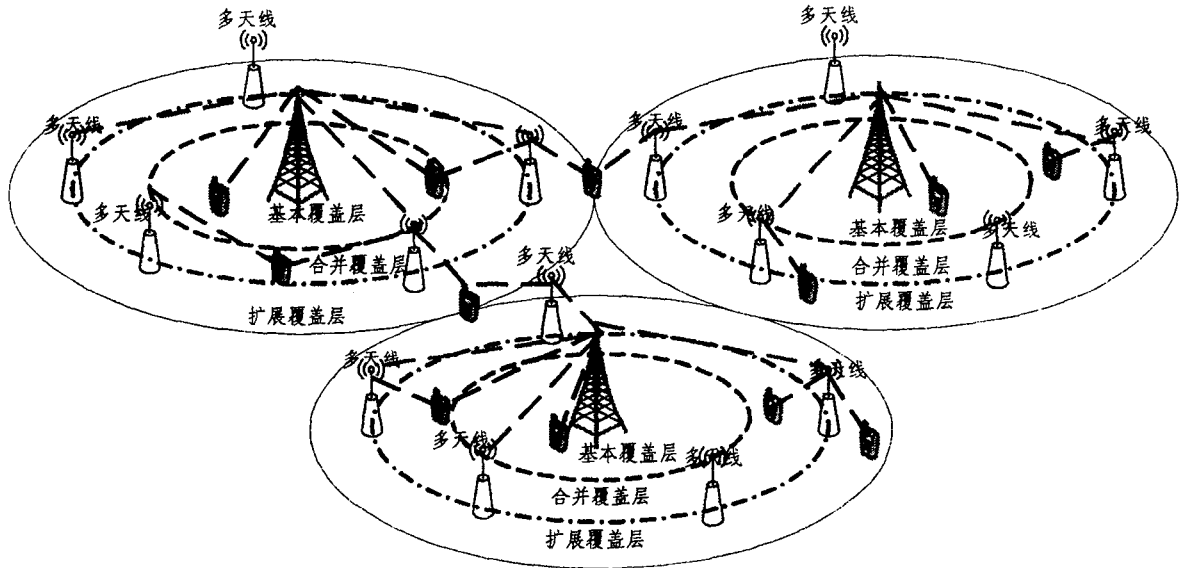
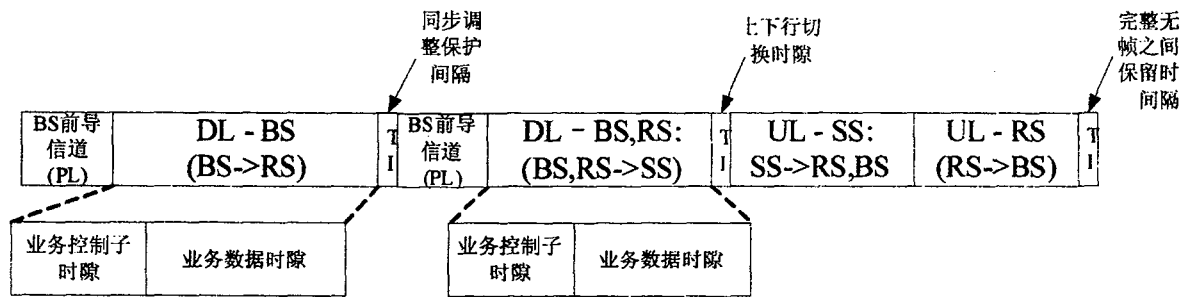
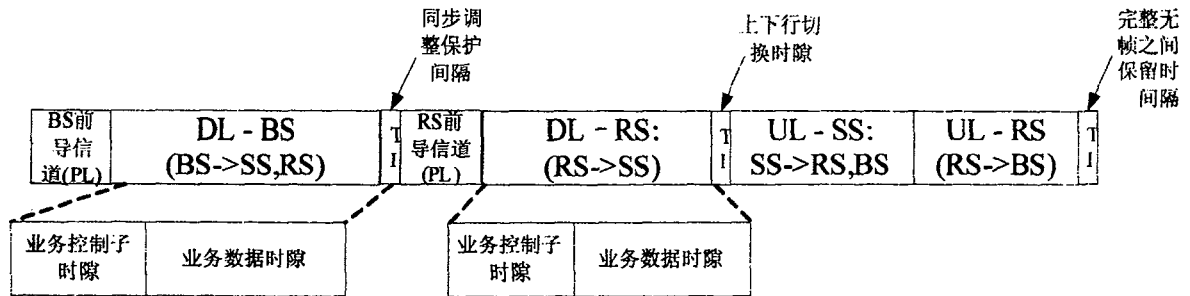


图 1



(a)



(b)

图 2

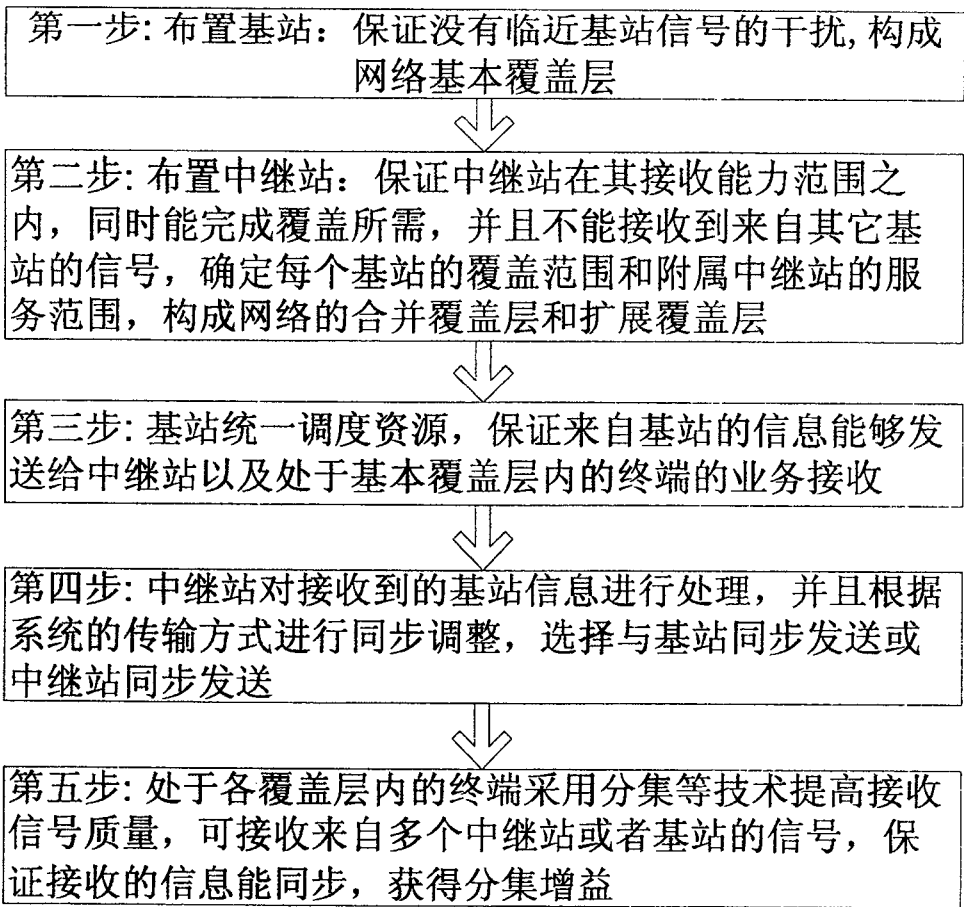


图 3

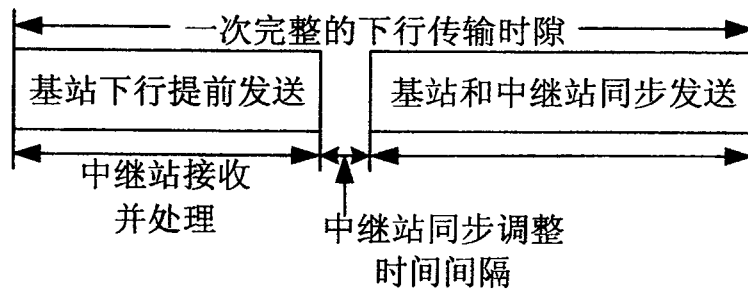


图 4

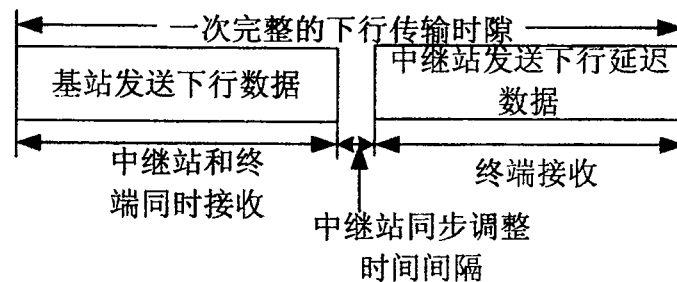


图 5

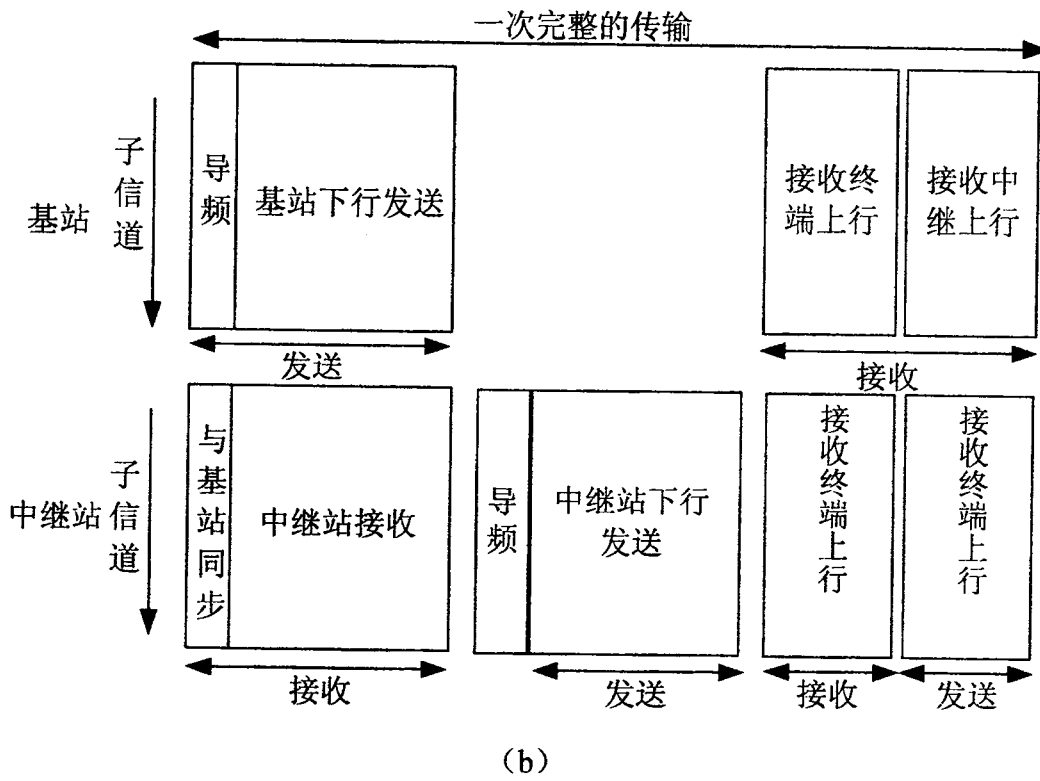
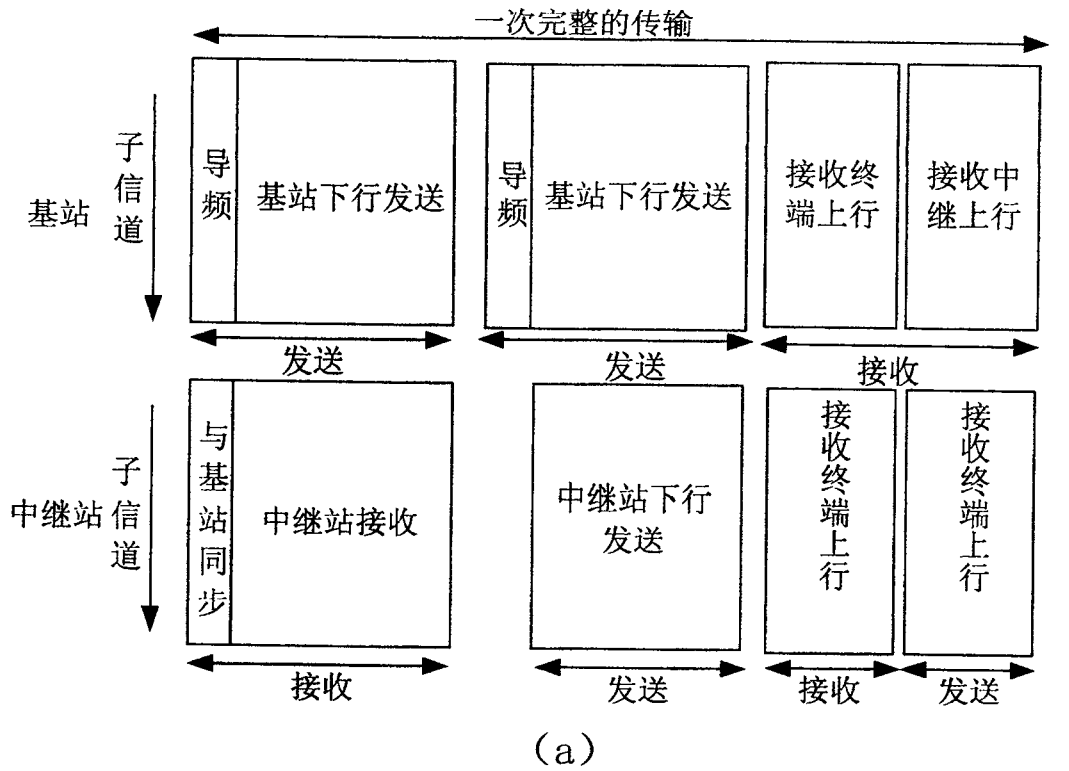


图 6