

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2015 年 11 月 26 日 (26.11.2015) WIPO | PCT



(10) 国际公布号
WO 2015/176258 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04W 16/18 (2009.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/078034
- (22) 国际申请日: 2014 年 5 月 21 日 (21.05.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 德米特里·什梅利金 (DMITRI, Shmelkin); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 庄宏成 (ZHUANG, Hongcheng); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 易友文 (YI, Youwen); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (74) 代理人: 北京同立钧成知识产权代理有限公司 (LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM); 中国北京市海淀区西直门北大街 32 号枫蓝国际 A 座 8F-6, Beijing 100082 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

(54) Title: CAPACITY EXPANSION METHOD AND DEVICE FOR WIRELESS NETWORK

(54) 发明名称: 无线网络扩容方法和设备

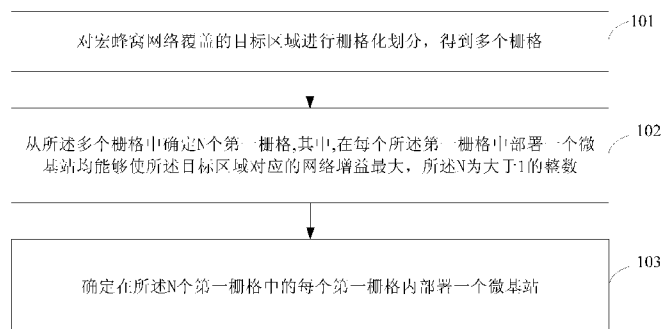


图 1 / FIG.1

101 CONDUCTING RASTERIZING DIVISION ON A TARGET REGION COVERED BY A MACRO CELLULAR NETWORK TO OBTAIN A PLURALITY OF GRIDS
102 DETERMINING N FIRST GRIDS FROM THE PLURALITY OF GRIDS, WHEREIN THE NETWORK GAIN CORRESPONDING TO THE TARGET REGION CAN BE MADE TO BE MAXIMUM BY DEPLOYING A MICRO BASE STATION IN EACH OF THE FIRST GRIDS, WHERE N IS AN INTEGER GREATER THAN 1
103 DETERMINING TO DEPLOY A MICRO BASE STATION IN EACH FIRST GRID OF THE N FIRST GRIDS

(57) Abstract: Provided are a capacity expansion method and device for a wireless network. The method comprises: conducting rasterizing division on a target region covered by a macro cellular network to obtain a plurality of grids; and determining N first grids from the plurality of grids, wherein the network gain corresponding to the target region can be made to be maximum by deploying a micro base station in each of the first grids, thereby making the network capacity of the target region maximum by deploying a micro base station in each first grid of the N first grids. By determining N first grids from a plurality of grids to deploy micro base stations by taking the network gain as a basis, the network gain corresponding to a target region can be made to be maximum, thereby optimizing the network capacity while satisfying the need of coverage.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2015/176258 A1

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

本发明提供一种无线网络扩容方法和设备，该方法包括：对宏蜂窝网络覆盖的目标区域进行栅格化划分，得到多个栅格；从所述多个栅格中确定 N 个第一栅格，其中，在每个所述第一栅格中部署一个微基站均能够使所述目标区域对应的网络增益最大，从而在 N 个第一栅格中的每个第一栅格内部署一个微基站，使得所述目标区域的网络容量最大。通过以网络增益为依据，从多个栅格中确定 N 个第一栅格用于部署微基站，能够使目标区域对应的网络增益最大，在满足覆盖需要的同时，使得网络容量得到优化。

无线网络扩容方法和设备

技术领域

本发明属于无线通信技术领域，具体是涉及一种无线网络扩容方法和设备。

背景技术

随着移动业务种类的不断丰富，促使对业务的传输速率的需求不断增加，无线网络需要不断扩容才能满足日益增长的需求。由于可用频谱资源有限，目前最有效的网络扩容手段是在现有宏蜂窝基站（以下称作宏基站）的基础上增加部署微蜂窝基站或微微蜂窝基站（以下称作微基站），通过更好的频谱复用来提升网络容量。

如何在现有宏蜂窝网络的基础上部署和配置多个微基站，以形成由多个宏基站和微基站组成的异构网络，是该异构网络组网的重要问题之一。目前，宏蜂窝网络通过路测的方式增加宏基站，但是这个方法不适用于微基站的部署，因为新增的微基站的数目要远远大于宏基站，路测的方法费时费力。现有的一种部署微基站的方式是，将目标区域进行栅格化划分，以各栅格到分别覆盖各栅格的微基站的平均路径损耗最小为目标来确定部署微基站的栅格。

但是，上述以平均路径损耗最小为目标来确定部署微基站的栅格的方案，很可能无法很好保证增加微基站后的网络容量。

发明内容

本发明提供了一种无线网络扩容方法和设备，用以克服现有技术中增加微基站后的网络容量难以得到保证的缺陷。

本发明第一方面提供了一种无线网络扩容方法，包括：

对宏蜂窝网络覆盖的目标区域进行栅格化划分，得到多个栅格；

从所述多个栅格中确定N个第一栅格，其中，在每个所述第一栅格中部署一个微基站均能够使所述目标区域对应的网络增益最大，所述N为大于

1 的整数；

确定在所述 N 个第一栅格中的每个第一栅格内部署一个微基站。

在第一方面的第一种可能的实现方式中，从所述多个栅格中确定所述 N 个第一栅格，包括：

从所述多个栅格中确定 L 个第二栅格，其中，在每个所述第二栅格中部署一个微基站能够使所述目标区域对应的网络增益增加，所述 L 为大于 N 的整数；

从所述 L 个第二栅格中确定所述 N 个第一栅格。

根据第一方面的第一种可能的实现方式，在第一方面的第二种可能的实现方式中，从所述多个栅格中确定所述 L 个第二栅格，包括：

依次针对所述多个栅格中的每个栅格，根据公式（1）计算在所述每个栅格单独部署一个微基站后，所述目标区域对应的网络容量增益，并根据公式（2）计算在所述每个栅格部署一个微基站后，所述目标区域对应的网络覆盖增益：

$$U_1(p) = Capacity(S \cup p) - Capacity(S) \quad (1)$$

$$U_2(p) = Coverage(S \cup p) - Coverage(S) \quad (2)$$

其中， $U_1(p)$ 为在所述多个栅格中的任一栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域对应的网络容量增益， $U_2(p)$ 为在所述多个栅格中的任一栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域对应的网络覆盖增益， S 为所述目标区域中包括的宏基站集合， $Capacity(S)$ 为部署微基站前的所述目标区域的网络容量，根据公式（3）确定， $Capacity(S \cup p)$ 为在所述栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域的网络容量，根据 $Capacity(S \cup p) = \sum_{c \in (S \cup p)} T_c$ 确定， $Coverage(S)$

为部署微基站前的所述目标区域的网络覆盖范围，根据公式（4）确定， $Coverage(S \cup p)$ 为在所述栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域的网络覆盖范围，根据 $Coverage(S \cup p) = \sum_{c \in (S \cup p)} F_c$ 确定：

$$Capacity(S) = \sum_{c \in S} T_c = \sum_{c \in S} \frac{W \sum_{i \in c} T_i}{\sum_{i \in c} T_i \log_2^{-1}(1 + \gamma_i^{RS})} \quad (3)$$

$$Coverage(S) = \sum_{c \in S} F_c = \left(\sum_{c \in S} \frac{\sum_{i \in c, RS_i > RS_{\min}} T_i}{\sum_{i \in c} T_i} + \sum_{c \in S} \frac{\sum_{i \in c, \gamma_i^{RS} > \gamma_{\min}} T_i}{\sum_{i \in c} T_i} \right) / 2 \quad (4)$$

其中, T_c 为集合 S 中任一基站 c 对应的网络容量, F_c 为集合 S 中任一基站 c 的网络覆盖范围, W 为网络带宽, T_i 为所述基站 c 的覆盖范围内的任一栅格 i 的业务量, γ_i^{RS} 为栅格 i 对应的参考信号的信噪比, 根据公式 (5) 确定, $\gamma_{\min}$ 为所述参考信号的信噪比门限, RS_i 为栅格 i 的参考信号强度, 由 $P_c g_p^c$ 确定, $RS_{\min}$ 为所述参考信号的信号强度门限,

$$\gamma_i^{RS} = \frac{P_c g_i^c}{P_{noise} + \sum_{d \neq c, d \in S} P_d g_i^d} \quad (5)$$

其中, P_{noise} 为噪声功率, P_c 为所述基站 c 的发射功率, P_d 为集合 S 中不同于所述基站 c 的任一基站 d 的发射功率, g_i^c 和 g_i^d 分别为基站 c 到栅格 i 的信道增益和基站 d 到栅格 i 的信道增益;

确定使所述网络容量增益大于 0, 且所述网络覆盖增益大于 0 的栅格构成所述 L 个第二栅格。

根据第一方面的第一种或第二种可能的实现方式, 在第一方面的第三种可能的实现方式中, 从所述 L 个第二栅格中确定所述 N 个第一栅格, 包括:

遍历所述 L 个第二栅格, 从所述 L 个第二栅格中确定彼此间距离均大于干扰距离阈值的 N 个第三栅格;

若在每个所述第三栅格中部署一个微基站能否使所述目标区域对应的网络增益最大, 则确定所述 N 个第三栅格作为所述 N 个第一栅格。

根据第一方面的第三种可能的实现方式, 在第一方面的第四种可能的实现方式中, 所述干扰距离阈值为:

根据公式 (6) 确定所述 L 个第二栅格中的任意两个之间的干扰:

$$I_{ij} = 1 - U_1\{l_i, l_j\} / (U_1(l_i) + U_1(l_j)) \quad (6)$$

其中, l_i 和 l_j 为所述任意两个第二栅格, I_{ij} 为所述干扰, $U_1\{l_i, l_j\}$ 为在第二栅格 l_i 和 l_j 中同时分别部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益, $U_1(l_i)$ 为在第二栅格 l_i 中部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益, $U_1(l_j)$ 为在第二栅格 l_j 中部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益;

确定使所述干扰小于预设干扰阈值的栅格间距离为所述干扰距离阈值。

根据第一方面、第一方面的第一种、第二种、第三种或第四种可能的实现方式，在第一方面的第五种可能的实现方式中，确定在所述 N 个第一栅格中的每个第一栅格内部署一个微基站之后，还包括：

分别以所述多个栅格中的每个栅格为待处理栅格，确定在每个所述第一栅格中部署一个微基站前所述待处理栅格的第一参考信号强度，以及在每个所述第一栅格中部署一个微基站后所述待处理栅格的第二参考信号强度；

若所述第二参考信号强度大于所述第一参考信号强度，则确定所述待处理栅格对应的基站为待调整基站，并对所述待调整基站的参数进行调整。

根据第一方面的第五种可能的实现方式，在第一方面的第六种可能的实现方式中，所述对所述待调整基站的参数进行调整，包括如下至少一种：

根据第一预设步长，调整所述待调整基站的发射功率；或，根据第二预设步长，调整所述待调整基站的天线倾角。

本发明第二方面提供了一种无线网络扩容设备，包括：

划分模块，用于对宏蜂窝网络覆盖的目标区域进行栅格化划分，得到多个栅格；

处理模块，用于从所述多个栅格中确定 N 个第一栅格，其中，在每个所述第一栅格中部署一个微基站均能够使所述目标区域对应的网络增益最大，所述 N 为大于 1 的整数；

第一确定模块，用于根据所述处理模块确定的所述 N 个第一栅格，确定在所述 N 个第一栅格中的每个第一栅格内部署一个微基站。

在第二方面的第一种可能的实现方式中，所述处理模块，包括：

第一处理单元，用于从所述多个栅格中确定 L 个第二栅格，其中，在每个所述第二栅格中部署一个微基站能够使所述目标区域对应的网络增益增加，所述 L 为大于 N 的整数；

第二处理单元，用于从所述 L 个第二栅格中确定所述 N 个第一栅格。

根据第二方面的第一种可能的实现方式，在第二方面的第二种可能的实现方式中，所述第一处理单元，包括：

第一计算子单元，用于依次针对所述多个栅格中的每个栅格，根据公

式 (1) 计算在所述每个栅格单独部署一个微基站后, 所述目标区域对应的网络容量增益, 并根据公式 (2) 计算在所述每个栅格部署一个微基站后, 所述目标区域对应的网络覆盖增益:

$$U_1(p) = \text{Capacity}(S \cup p) - \text{Capacity}(S) \quad (1)$$

$$U_2(p) = \text{Coverage}(S \cup p) - \text{Coverage}(S) \quad (2)$$

其中, $U_1(p)$ 为在所述多个栅格中的任一栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域对应的网络容量增益, $U_2(p)$ 为在所述多个栅格中的任一栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域对应的网络覆盖增益, S 为所述目标区域中包括的宏基站集合, $\text{Capacity}(S)$ 为部署微基站前的所述目标区域的网络容量, 根据公式 (3) 确定, $\text{Capacity}(S \cup p)$ 为在所述栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域的网络容量, 根据 $\text{Capacity}(S \cup p) = \sum_{c \in (S \cup p)} T_c$ 确定, $\text{Coverage}(S)$

为部署微基站前的所述目标区域的网络覆盖范围, 根据公式 (4) 确定, $\text{Coverage}(S \cup p)$ 为在所述栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域的网络覆盖范围, 根据 $\text{Coverage}(S \cup p) = \sum_{c \in (S \cup p)} F_c$ 确定:

$$\text{Capacity}(S) = \sum_{c \in S} T_c = \sum_{c \in S} \frac{W \sum_{i \in c} T_i}{\sum_{i \in c} T_i \log_2^{-1}(1 + \gamma_i^{RS})} \quad (3)$$

$$\text{Coverage}(S) = \sum_{c \in S} F_c = \left(\sum_{c \in S} \frac{\sum_{i \in c, RS_i > RS_{\min}} T_i}{\sum_{i \in c} T_i} + \sum_{c \in S} \frac{\sum_{i \in c, \gamma_i^{RS} > \gamma_{\min}} T_i}{\sum_{i \in c} T_i} \right) / 2 \quad (4)$$

其中, T_c 为集合 S 中任一基站 c 对应的网络容量, F_c 为集合 S 中任一基站 c 的网络覆盖范围, W 为网络带宽, T_i 为所述基站 c 的覆盖范围内的任一栅格 i 的业务量, γ_i^{RS} 为栅格 i 对应的参考信号的信噪比, 根据公式 (5) 确定, $\gamma_{\min}$ 为所述参考信号的信噪比门限, RS_i 为栅格 i 的参考信号强度, 由 $P_c g_p^c$ 确定, $RS_{\min}$ 为所述参考信号的信号强度门限,

$$\gamma_i^{RS} = \frac{P_c g_i^c}{P_{\text{noise}} + \sum_{d \neq c, d \in S} P_d g_i^d} \quad (5)$$

其中, P_{noise} 为噪声功率, P_c 为所述基站 c 的发射功率, P_d 为集合 S 中不同于所述基站 c 的任一基站 d 的发射功率, g_i^c 和 g_i^d 分别为基站 c 到栅格 i 的信道增益和基站 d 到栅格 i 的信道增益;

第一确定子单元, 用于确定使所述网络容量增益大于 0, 且所述网络覆盖增益大于 0 的栅格构成所述 L 个第二栅格。

根据第二方面的第一种或第二种可能的实现方式，在第二方面的第三种可能的实现方式中，所述第二处理单元，具体包括：

选择子单元，用于遍历所述 L 个第二栅格，从所述 L 个第二栅格中确定彼此间距离均大于干扰距离阈值的 N 个第三栅格；

第二确定子单元，用于若在每个所述第三栅格中部署一个微基站能使所述目标区域对应的网络增益最大，则确定所述 N 个第三栅格作为所述 N 个第一栅格。

根据第二方面的第三种可能的实现方式，在第二方面的第四种可能的实现方式中，所述选择子单元，还用于：

根据公式（6）确定所述 L 个第二栅格中的任意两个之间的干扰：

$$I_{ij} = 1 - U_1\{l_i, l_j\} / (U_1(l_i) + U_1(l_j)) \quad (6)$$

其中， l_i 和 l_j 为所述任意两个第二栅格， I_{ij} 为所述干扰， $U_1\{l_i, l_j\}$ 为在第二栅格 l_i 和 l_j 中同时分别部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益， $U_1(l_i)$ 为在第二栅格 l_i 中部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益， $U_1(l_j)$ 为在第二栅格 l_j 中部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益；

确定使所述干扰小于预设干扰阈值的栅格间距离为所述干扰距离阈值。

根据第二方面、第二方面的第一种、第二种、第三种或第四种可能的实现方式，在第二方面的第五种可能的实现方式中，所述设备还包括：

第二确定模块，用于分别以所述多个栅格中的每个栅格为待处理栅格，确定在每个所述第一栅格中部署一个微基站前所述待处理栅格的第一参考信号强度，以及在每个所述第一栅格中部署一个微基站后所述待处理栅格的第二参考信号强度；

调整模块，用于若所述第二参考信号强度大于所述第一参考信号强度，则确定所述待处理栅格对应的基站为待调整基站，并对所述待调整基站的参数进行调整。

根据第二方面的第五种可能的实现方式，在第二方面的第六种可能的实现方式中，所述调整模块，具体用于：

根据第一预设步长，调整所述待调整基站的发射功率；或，根据第二预设步长，调整所述待调整基站的天线倾角。

本发明第三方面提供了一种网络设备，包括：

存储器以及与所述存储器连接的处理器，其中，所述存储器用于存储一组程序代码，所述处理器用于调用所述存储器中存储的程序代码，执行第一方面及第一方面的各种可能实现方式中任一项所述的方法。

本发明提供的无线网络扩容方法和设备，对宏蜂窝网络覆盖的目标区域进行栅格化划分得到多个栅格，并以网络增益为依据，从所述多个栅格中确定N个第一栅格，其中，这N个第一栅格需满足在每个所述第一栅格中部署一个微基站能够使所述目标区域对应的网络增益最大。以网络增益为依据来确定部署微基站的栅格位置，使得在确定出的N个第一栅格中的每个栅格中部署一个微基站时，使得网络容量得到最大优化。

附图说明

图1为本发明实施例一提供的无线网络扩容方法的流程图；

图2为本发明实施例二提供的无线网络扩容方法的流程图；

图3为图2所示实施例二中多次迭代过程的流程图；

图4为本发明实施例三提供的无线网络扩容设备的结构示意图；

图5为本发明实施例四提供的无线网络扩容设备的结构示意图；

图6为本发明实施例五提供的网络设备的结构示意图。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本发明保护的范围。

图1为本发明实施例一提供的无线网络扩容方法的流程图，如图1所示，本实施例提供的所述方法尤其适用于任何无线通信网络中通过增加部署微基站来扩展网络容量的场景，尤其适用于移动蜂窝网络。在不同的无线网络中，部署的微基站的种类可以不同，比如，在移动蜂窝网络中部署的微基站可以是小型基站，也可以是接入点。另外，该方法可以由一网

络侧的设备来执行，该设备例如位于运营商的管理平台中，比如位于操作维护中心(Operation and Maintenance Center, 以下简称 OMC)中，该方法具体包括：

步骤 101、对宏蜂窝网络覆盖的目标区域进行栅格化划分，得到多个栅格；

步骤 102、从所述多个栅格中确定 N 个第一栅格，其中，在每个所述第一栅格中部署一个微基站均能够使所述目标区域对应的网络增益最大，所述 N 为大于 1 的整数；

步骤 103、确定在所述 N 个第一栅格中的每个第一栅格内部署一个微基站。

本实施例中，首先对由宏蜂窝网络覆盖的目标区域进行栅格化划分，得到多个栅格。其中，可以理解的是，在宏蜂窝网络覆盖的目标区域中包含多个宏基站，每个宏基站都会覆盖一定的范围，即每个宏基站会覆盖多个栅格。

为了实现网络扩容的目的，本实施例中提供的方案需要在满足目标区域网络覆盖的基本要求的前提下，从栅格化得到的多个栅格中确定至少一组 N 个第一栅格，比如 M (M 为大于或等于 1 的整数) 组 N 个第一栅格，即总共 M 组，每组 N 个第一栅格，在这 $M*N$ 个第一栅格中的每个栅格中部署一个微基站，会使得目标区域的网络容量达到最大。也就是说，本实施例中的每组 N 个第一栅格需要满足的条件是：在每个第一栅格中部署一个微基站均能够使目标区域对应的网络增益最大。其中，该网络增益可以包括网络容量增益和网络覆盖增益最大。本实施例中，以网络容量增益表征目标区域的网络容量的优化程度，以网络覆盖增益表征目标区域的网络覆盖的优化程度，即新增的微基站对用户产生干扰导致覆盖漏洞的程度，网络覆盖增益越大，表明新增的微基站对用户产生干扰导致覆盖漏洞的程度越低。本实施例中，可选的，网络增益最大为在满足网络覆盖增益的前提下，使得网络容量增益最大。

从栅格化目标区域获得的多个栅格中确定满足上述条件的 N 个第一栅格，比如可以通过如下的方式确定：假设栅格化获得的栅格数为 A ，每次从这 A 个栅格中随机选择 N 个，确定如果在这 N 个随机选择的栅格中分别

部署一个微基站将会带来的网络增益，即网络容量增益和网络覆盖增益，以此类推，直到将所有的随机选择的可能性都尝试完毕，进而比较每次随机选择对应的网络增益，从中确定网络增益最大的那次随机选择对应的 N 个栅格，并在这 N 个栅格中分别部署一个微基站。可选的，上述过程重复进行多次，从而最终确定出多组 N 个第一栅格，以在这多组 N 个第一栅格中部署微基站，达到网络扩容的目的。可选的实现方式将在下面的其他实施例中介绍。

本实施例中，对宏蜂窝网络覆盖的目标区域进行栅格化划分得到多个栅格，并以包括网络容量增益和网络覆盖增益的网络增益为依据，从所述多个栅格中确定 N 个第一栅格，其中，这 N 个第一栅格需满足在每个所述第一栅格中部署一个微基站能够使所述目标区域对应的网络增益最大。以网络增益为依据来确定部署微基站的栅格位置，在满足覆盖需要的同时，使得网络容量得到优化。

图2为本发明实施例二提供的无线网络扩容方法的流程图，如图2所示，该方法包括：

步骤 201、对宏蜂窝网络覆盖的目标区域进行栅格化划分，得到多个栅格；

本实施例中，在对宏蜂窝网络覆盖的目标区域进行栅格化划分，得到多个栅格之后，需从所述多个栅格中确定 N 个第一栅格。具体地，可以通过以下过程实现：

从所述多个栅格中确定 L 个第二栅格，其中，在每个所述第二栅格中部署一个微基站能够使所述目标区域对应的网络增益增加，所述 L 为大于 N 的整数；

从所述 L 个第二栅格中确定 N 个第一栅格。

本实施例中，为了降低计算量以及为了结果的准确性，首先从栅格化得到的多个栅格中选择出 L 个第二栅格，这 L 个第二栅格需要满足的条件是：在每个第二栅格中部署一个微基站能够使所述目标区域对应的网络增益增加，即网络容量增益和网络覆盖增益增加。具体地，通过如下步骤实现：

步骤 202、依次针对所述多个栅格中的每个栅格，根据公式（1）计算

在所述每个栅格单独部署一个微基站后, 所述目标区域对应的网络容量增益, 并根据公式 (2) 计算在所述每个栅格部署一个微基站后, 所述目标区域对应的网络覆盖增益:

$$U_1(p) = \text{Capacity}(S \cup p) - \text{Capacity}(S) \quad (1)$$

$$U_2(p) = \text{Coverage}(S \cup p) - \text{Coverage}(S) \quad (2)$$

其中, $U_1(p)$ 为在所述多个栅格中的任一栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域对应的网络容量增益, $U_2(p)$ 为在所述多个栅格中的任一栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域对应的网络容量增益, S 为所述目标区域中包括的宏基站集合, $\text{Capacity}(S)$ 为部署微基站前的所述目标区域的网络容量, 根据公式 (3) 确定, $\text{Capacity}(S \cup p)$ 为在所述栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域的网络容量, 根据 $\text{Capacity}(S \cup p) = \sum_{c \in (S \cup p)} T_c$ 确定, 即:

$$\text{Capacity}(S \cup p) = \sum_{c \in (S \cup p)} T_c = \sum_{c \in (S \cup p)} \frac{W \sum_{i \in c} T_i}{\sum_{i \in c} T_i \log_2^{-1}(1 + \gamma_i^{RS})}, \quad \text{Coverage}(S) \text{ 为部署微基站前的}$$

所述目标区域的网络覆盖范围, 根据公式 (4) 确定, $\text{Coverage}(S \cup p)$ 为在所述栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域的网络覆盖范围, 根据 $\text{Coverage}(S \cup p) = \sum_{c \in (S \cup p)} F_c$ 确定, 即:

$$\text{Coverage}(S \cup p) = \sum_{c \in (S \cup p)} F_c = \left(\sum_{c \in (S \cup p)} \frac{\sum_{i \in c, RS_i > RS_{\min}} T_i}{\sum_{i \in c} T_i} + \sum_{c \in S} \frac{\sum_{i \in c, \gamma_i^{RS} > \gamma_{\min}} T_i}{\sum_{i \in c} T_i} \right) / 2$$

$$\text{Capacity}(S) = \sum_{c \in S} T_c = \sum_{c \in S} \frac{W \sum_{i \in c} T_i}{\sum_{i \in c} T_i \log_2^{-1}(1 + \gamma_i^{RS})} \quad (3)$$

$$\text{Coverage}(S) = \sum_{c \in S} F_c = \left(\sum_{c \in S} \frac{\sum_{i \in c, RS_i > RS_{\min}} T_i}{\sum_{i \in c} T_i} + \sum_{c \in S} \frac{\sum_{i \in c, \gamma_i^{RS} > \gamma_{\min}} T_i}{\sum_{i \in c} T_i} \right) / 2 \quad (4)$$

其中, T_c 为集合 S 中任一基站 c 对应的网络容量, F_c 为集合 S 中任一基站 c 的网络覆盖范围, W 为网络带宽, T_i 为所述基站 c 的覆盖范围内的任一栅格 i 的业务量, γ_i^{RS} 为栅格 i 对应的参考信号的信噪比, 根据公式 (5) 确定, $\gamma_{\min}$ 为所述参考信号的信噪比门限, RS_i 为栅格 i 的参考信号强度, 由 $P_c g_i^c$ 确定, $RS_{\min}$ 为所述参考信号的信号强度门限,

$$\gamma_i^{RS} = \frac{P_c g_i^c}{P_{\text{noise}} + \sum_{d \neq c, d \in S} P_d g_i^d} \quad (5)$$

其中, P_{noise} 为噪声功率, P_c 为所述基站 c 的发射功率, P_d 为集合 S 中不同于所述基站 c 的任一基站 d 的发射功率, g_i^c 和 g_i^d 分别为基站 c 到栅格 i 的信道增益和基站 d 到栅格 i 的信道增益;

步骤 203、确定使所述网络容量增益大于 0, 且所述网络覆盖增益大于 0 的栅格构成所述 L 个第二栅格。

进而, 从所述 L 个第二栅格中确定所述 N 个第一栅格, 包括:

步骤 204、遍历所述 L 个第二栅格, 从所述 L 个第二栅格中确定彼此间距离均大于干扰距离阈值的 N 个第三栅格;

步骤 205、若在每个所述第三栅格中部署一个微基站能使所述目标区域对应的网络增益最大, 则确定所述 N 个第三栅格作为所述 N 个第一栅格;

本实施例中, 为了保证在选择确定的 N 个第一栅格中部署微基站时, 不会造成各微基站之间以及微基站与宏基站之间的干扰, 需要满足假设在 L 个第二栅格中的任意两个第二栅格中部署微基站, 这任意两个栅格间的干扰要小于预设干扰阈值, 满足该条件的栅格间的距离定义为干扰距离阈值, 并以该干扰距离阈值作为后续选择确定 N 个第一栅格的一个参数。

本实施例中所述的干扰距离阈值根据如下方式确定: 根据公式 (6) 确定所述 L 个第二栅格中的任意两个之间的干扰:

$$I_{ij} = 1 - U_1\{l_i, l_j\} / (U_1(l_i) + U_1(l_j)) \quad (6)$$

其中, l_i 和 l_j 为所述任意两个第二栅格, I_{ij} 为所述干扰, $U_1\{l_i, l_j\}$ 为在第二栅格 l_i 和 l_j 中同时分别部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益, $U_1(l_i)$ 为在第二栅格 l_i 中部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益, $U_1(l_j)$ 为在第二栅格 l_j 中部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益;

确定使所述干扰小于预设干扰阈值的栅格间距离为所述干扰距离阈值。

具体地, 本实施例中从 L 个第二栅格中确定至少一组 N 个第一栅格的过程为一个多次迭代的过程, 每迭代一次的结果产生一组 N 个第一栅格, 当满足预设的迭代截止条件时, 迭代结束, 并最终获得至少一组 N 个第一栅格, 以在这至少一组 N 个第一栅格中分别部署一个微基站。其中, 所述迭代截止条件包括: 迭代次数达到预设次数, 或者, 迭代获得的相邻两组

N 个第一栅格对应的网络增益的差值小于预设差值。

本实施例仅以一次遍历过程为例进行简要说明，详细的多次迭代过程将在图 3 所示实施例中详加说明。一次遍历具体地，包括如下步骤：

对所述 L 个第二栅格进行随机排序；

遍历所述 L 个第二栅格，从所述 L 个第二栅格中选择彼此间距离均大于干扰距离阈值的 N 个第三栅格；

判断在每个所述第三栅格中部署一个微基站能否使所述目标区域对应的网络增益最大；若能，则执行下一步骤，否则结束；

确定所述 N 个第三栅格作为一组所述 N 个第一栅格。

本实施例中，为了尽量消除栅格选择顺序对最终确定结果的影响，在每次迭代中，首先随机排序 L 个第二栅格，进而，遍历所述 L 个第二栅格，从所述 L 个第二栅格中选择彼此间距离均大于干扰距离阈值的 N 个第三栅格，判断在每个所述第三栅格中部署一个微基站能否使所述目标区域对应的网络增益最大，若能，则确定所述 N 个第三栅格作为所述 N 个第一栅格。

本实施例中，从原始栅格化目标区域获得的多个栅格中首先确定出可以作为微基站部署候选栅格的 L 个第二栅格，进而在这 L 个第二栅格中确定出至少一组 N 个第一栅格，作为最终部署微基站的栅格，不但进一步降低了计算量，而且有利于保证确定结果的准确性，从而有利于最优化网络容量和网络覆盖。

本实施例中，在选择确定出部署微基站的至少一组 N 个第一栅格之后，可选的，为了进一步优化目标区域的网络增益，可以对新增的微基站以及已经存在的宏基站的参数进行调整，具体的调整过程如下：

步骤 206、分别以所述多个栅格中的每个栅格为待处理栅格，确定在每个所述第一栅格中部署一个微基站前所述待处理栅格的第一参考信号强度，以及在每个所述第一栅格中部署一个微基站后所述待处理栅格的第二参考信号强度；

步骤 207、若所述第二参考信号强度大于所述第一参考信号强度，则确定所述待处理栅格对应的基站为待调整基站，并对所述待调整基站的参数进行调整。

本实施例中，分别以栅格化目标区域后获得的多个栅格中的每个栅格为待处理栅格，假设在部署微基站前，某待处理栅格 i 关联到一个宏基站 c ，即被一个宏基站 c 覆盖，可以确定该宏基站 c 在该待处理栅格 i 的第一参考信号强度 RS_i 由 $P_c g_i^c$ 确定。在每个第一栅格中部署微基站后，该待处理栅格 i 有可能不在关联到该宏基站 c ，而可能是关联在一个微基站 c' ，即被一个微基站 c' 覆盖，此时，可以确定该微基站 c' 在该待处理栅格 i 的第二参考信号强度 RS_i' 由 $P_{c'} g_i^{c'}$ 确定。进而，如果第二参考信号强度大于第一参考信号强度，则认为此时待处理栅格 i 关联到的微基站 c' 为待调整的基站，需要对其参数进行调整。优选地，在判断第二参考信号强度是否大于第一参考信号强度时，一般以第二参考信号强度与乘以一个敏感系数的第一参考信号强度进行比较。

进一步地，在对所述待调整基站的参数进行调整时，调整的参数包括发射功率和/或天线倾角。具体地，根据第一预设步长，调整所述待调整基站的发射功率；或，根据第二预设步长，调整所述待调整基站的倾角。一般的，上述调整过程为逐次进行的，即每次以预设步长进行调整，调整后需要判断调整后的所述目标区域的网络容量增益是否大于 0，若大于 0，则再进行下一次调整，以此类推，并在不大于时结束对所述待调整基站的调整。以调整发射功率为例，每个待调整基站都会配置有一定的发射功率范围，在该范围内以第一预设步长为单元，逐次调整，并在每次调整之后判断调整后的目标区域的网络容量增益是否有所提高，若提高，进行下一次的调整，直至网络容量增益不再提高为止，以最后一次调整后的发射功率作为该待调整基站的发射功率，倾角的调整同理。

图 3 为图 2 所示实施例二中多次迭代过程的流程图，如图 3 所示，

步骤 301、对 L 个第二栅格随机排序，初始化集合 M 和集合 C 为空；

步骤 302、判断是否存在下一个第二栅格 p ，若存在，则执行步骤 303，否则，执行步骤 313；

步骤 303、判断栅格 p 是否在集合 M 中，若不在，则执行步骤 304，否则执行步骤 302；

步骤 304、找出 M 中与栅格 p 距离小于干扰距离阈值 R 的栅格，放入 C 中；

步骤 305、判断集合 C 是否为空，若不为空，则执行步骤 306，否则执行步骤 309；

步骤 306、集合 C 的增益是否小于栅格 p 的，若是，则执行步骤 307，否则执行步骤 302；

步骤 307、从集合 M 中删除集合 C 中的栅格；

步骤 308、栅格 p 加入集合 M；

步骤 309、判断集合 M 的大小是否小于 N，若是，则执行步骤 308，否则执行步骤 310；

步骤 310、找出集合 M 中增益最小的栅格 q；

步骤 311、判断栅格 q 的增益是否小于栅格 p 的，若是，则执行步骤 312，否则执行步骤 302；

步骤 312、从集合 M 中删除栅格 q；

步骤 313、 $k=k+1$ ；

步骤 314、判断 k 是否大于预设次数 K，若不大于，则执行步骤 301，否则执行步骤 315；

可选的，迭代截止条件除迭代次数 k 达到预设次数 K 外，还可以是相邻两次迭代结果的两组 N 个第一栅格的网络增益差值小于预设阈值。

步骤 315、得到至少一组 N 个第一栅格。

图 4 为本发明实施例三提供的无线网络扩容设备的结构示意图，如图 4 所示，该设备包括：

划分模块 11，用于对宏蜂窝网络覆盖的目标区域进行栅格化划分，得到多个栅格；

处理模块 12，用于从所述多个栅格中确定 N 个第一栅格，其中，在每个所述第一栅格中部署一个微基站均能够使所述目标区域对应的网络增益最大，所述 N 为大于 1 的整数；

第一确定模块 13，用于根据所述处理模块确定的所述 N 个第一栅格，确定在所述 N 个第一栅格中的每个第一栅格内部署一个微基站。

本实施例的设备可以用于执行图 1 所示方法实施例的技术方案，其实现原理和技术效果类似，此处不再赘述。

图 5 为本发明实施例四提供的无线网络扩容设备的结构示意图，如图 5

所示，本实施例中的所述设备在图 4 所示实施例的基础上，所述处理模块 12，包括：

第一处理单元 121，用于从所述多个栅格中确定 L 个第二栅格，其中，在每个所述第二栅格中部署一个微基站能够使所述目标区域对应的网络增益增加，所述 L 为大于 N 的整数；

第二处理单元 122，用于从所述 L 个第二栅格中确定所述 N 个第一栅格。

进一步地，所述第一处理单元 121，包括：

第一计算子单元 1211，用于依次针对所述多个栅格中的每个栅格，根据公式（1）计算在所述每个栅格单独部署一个微基站后，所述目标区域对应的网络容量增益，并根据公式（2）计算在所述每个栅格部署一个微基站后，所述目标区域对应的网络覆盖增益：

$$U_1(p) = Capacity(S \cup p) - Capacity(S) \quad (1)$$

$$U_2(p) = Coverage(S \cup p) - Coverage(S) \quad (2)$$

其中， $U_1(p)$ 为在所述多个栅格中的任一栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域对应的网络容量增益， $U_2(p)$ 为在所述多个栅格中的任一栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域对应的网络覆盖增益， S 为所述目标区域中包括的宏基站集合， $Capacity(S)$ 为部署微基站前的所述目标区域的网络容量，根据公式（3）确定， $Capacity(S \cup p)$ 为在所述栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域的网络容量，根据 $Capacity(S \cup p) = \sum_{c \in (S \cup p)} T_c$ 确定， $Coverage(S)$

为部署微基站前的所述目标区域的网络覆盖范围，根据公式（4）确定， $Coverage(S \cup p)$ 为在所述栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域的网络覆盖范围，根据 $Coverage(S \cup p) = \sum_{c \in (S \cup p)} F_c$ 确定：

$$Capacity(S) = \sum_{c \in S} T_c = \sum_{c \in S} \frac{W \sum_{i \in c} T_i}{\sum_{i \in c} T_i \log_2^{-1}(1 + \gamma_i^{RS})} \quad (3)$$

$$Coverage(S) = \sum_{c \in S} F_c = \left(\sum_{c \in S} \frac{\sum_{i \in c, RS_i > RS_{min}} T_i}{\sum_{i \in c} T_i} + \sum_{c \in S} \frac{\sum_{i \in c, \gamma_i^{RS} > \gamma_{min}} T_i}{\sum_{i \in c} T_i} \right) / 2 \quad (4)$$

其中， T_c 为集合 S 中任一基站 c 对应的网络容量， F_c 为集合 S 中任一基站 c 的网络覆盖范围， W 为网络带宽， T_i 为所述基站 c 的覆盖范围内的任一栅格 i 的业务量， γ_i^{RS} 为栅格 i 对应的参考信号的信噪比，根据公式（5）

确定, $\gamma_{\min}$ 为所述参考信号的信噪比门限, RS_i 为栅格 i 的参考信号强度, 由 $P_c g_i^c$ 确定, $RS_{\min}$ 为所述参考信号的信号强度门限,

$$\gamma_i^{RS} = \frac{P_c g_i^c}{P_{noise} + \sum_{d \neq c, d \in S} P_d g_i^d} \quad (5)$$

其中, P_{noise} 为噪声功率, P_c 为所述基站 c 的发射功率, P_d 为集合 S 中不同于所述基站 c 的任一基站 d 的发射功率, g_i^c 和 g_i^d 分别为基站 c 到栅格 i 的信道增益和基站 d 到栅格 i 的信道增益;

第一确定子单元 1212, 用于确定使所述网络容量增益大于 0, 且所述网络覆盖增益大于 0 的栅格构成所述 L 个第二栅格。

进一步地, 所述第二处理单元 122, 具体包括:

选择子单元 1221, 用于遍历所述 L 个第二栅格, 从所述 L 个第二栅格中确定彼此间距离均大于干扰距离阈值的 N 个第三栅格;

第二确定子单元 1222, 用于若在每个所述第三栅格中部署一个微基站能使所述目标区域对应的网络增益最大, 则确定所述 N 个第三栅格作为所述 N 个第一栅格。

具体地, 所述选择子单元 1221, 具体用于:

根据公式 (6) 确定所述 L 个第二栅格中的任意两个第二栅格之间的干扰:

$$I_{ij} = 1 - U_1\{l_i, l_j\} / (U_1(l_i) + U_1(l_j)) \quad (6)$$

其中, l_i 和 l_j 为所述任意两个第二栅格, I_{ij} 为所述干扰, $U_1\{l_i, l_j\}$ 为在第二栅格 l_i 和 l_j 中同时分别部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益, $U_1(l_i)$ 为在第二栅格 l_i 中部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益, $U_1(l_j)$ 为在第二栅格 l_j 中部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益;

确定使所述干扰小于预设干扰阈值的栅格间距离为所述干扰距离阈值。

进一步地, 所述设备还包括:

第二确定模块 21, 用于分别以所述多个栅格中的每个栅格为待处理栅格, 确定在每个所述第一栅格中部署一个微基站前所述待处理栅格的第一参考信号强度, 以及在每个所述第一栅格中部署一个微基站后所述待处理

栅格的第二参考信号强度；

调整模块 22，用于若所述第二参考信号强度大于所述第一参考信号强度，则确定所述待处理栅格对应的基站为待调整基站，并对所述待调整基站的参数进行调整。

具体地，所述调整模块 22，具体用于：

根据第一预设步长，调整所述待调整基站的发射功率；或，根据第二预设步长，调整所述待调整基站的天线倾角。

本实施例的设备可以用于执行图 2 和图 3 所示方法实施例的技术方案，其实现原理和技术效果类似，此处不再赘述。

图 6 为本发明实施例五提供的网络设备的结构示意图，如图 6 所示，该网络设备包括：

存储器 31 以及与所述存储器 31 连接的处理器 32，其中，所述存储器 31 用于存储一组程序代码，所述处理器 32 用于调用所述存储器 31 中存储的程序代码，以执行如图 1 所示无线网络扩容方法中的：对宏蜂窝网络覆盖的目标区域进行栅格化划分，得到多个栅格；从所述多个栅格中确定 N 个第一栅格，其中，在每个所述第一栅格中部署一个微基站均能够使所述目标区域对应的网络增益最大，所述 N 为大于 1 的整数，确定在所述 N 个第一栅格中的每个第一栅格内部署一个微基站。

进一步地，所述处理器 32 还用于从所述多个栅格中确定 L 个第二栅格，其中，在每个所述第二栅格中部署一个微基站能够使所述目标区域对应的网络增益增加，所述 L 为大于 N 的整数；从所述 L 个第二栅格中确定所述 N 个第一栅格。

进一步地，所述处理器 32 还用于依次针对所述多个栅格中的每个栅格，根据公式（1）计算在所述每个栅格单独部署一个微基站后，所述目标区域对应的网络容量增益，并根据公式（2）计算在所述每个栅格部署一个微基站后，所述目标区域对应的网络覆盖增益：

$$U_1(p) = \text{Capacity}(S \cup p) - \text{Capacity}(S) \quad (1)$$

$$U_2(p) = \text{Coverage}(S \cup p) - \text{Coverage}(S) \quad (2)$$

其中， $U_1(p)$ 为在所述多个栅格中的任一栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域对应的网络容量增益， $U_2(p)$ 为在所述多个栅格中的任一栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域对应的网络覆盖增益， S 为所述目标区

域中包括的宏基站集合, $Capacity(S)$ 为部署微基站前的所述目标区域的网络容量, 根据公式 (3) 确定, $Capacity(S \cup p)$ 为在所述栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域的网络容量, 根据 $Capacity(S \cup p) = \sum_{c \in (S \cup p)} T_c$ 确定, $Coverage(S)$

为部署微基站前的所述目标区域的网络覆盖范围, 根据公式 (4) 确定, $Coverage(S \cup p)$ 为在所述栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域的网络覆盖范围, 根据 $Coverage(S \cup p) = \sum_{c \in (S \cup p)} F_c$ 确定:

$$Capacity(S) = \sum_{c \in S} T_c = \sum_{c \in S} \frac{W \sum_{i \in c} T_i}{\sum_{i \in c} T_i \log_2^{-1}(1 + \gamma_i^{RS})} \quad (3)$$

$$Coverage(S) = \sum_{c \in S} F_c = \left(\sum_{c \in S} \frac{\sum_{i \in c, RS_i > RS_{\min}} T_i}{\sum_{i \in c} T_i} + \sum_{c \in S} \frac{\sum_{i \in c, \gamma_i^{RS} > \gamma_{\min}^{RS}} T_i}{\sum_{i \in c} T_i} \right) / 2 \quad (4)$$

其中, T_c 为集合 S 中任一基站 c 对应的网络容量, F_c 为集合 S 中任一基站 c 的网络覆盖范围, W 为网络带宽, T_i 为所述基站 c 的覆盖范围内的任一栅格 i 的业务量, γ_i^{RS} 为栅格 i 对应的参考信号的信噪比, 根据公式 (5) 确定, $\gamma_{\min}^{RS}$ 为所述参考信号的信噪比门限, RS_i 为栅格 i 的参考信号强度, 由 $P_c g_i^c$ 确定, $RS_{\min}$ 为所述参考信号的信号强度门限,

$$\gamma_i^{RS} = \frac{P_c g_i^c}{P_{noise} + \sum_{d \neq c, d \in S} P_d g_i^d} \quad (5)$$

其中, P_{noise} 为噪声功率, P_c 为所述基站 c 的发射功率, P_d 为集合 S 中不同于所述基站 c 的任一基站 d 的发射功率, g_i^c 和 g_i^d 分别为基站 c 到栅格 i 的信道增益和基站 d 到栅格 i 的信道增益;

确定使所述网络容量增益大于 0, 且所述网络覆盖增益大于 0 的栅格构成所述 L 个第二栅格。

进一步地, 所述处理器 32 还用于遍历所述 L 个第二栅格, 从所述 L 个第二栅格中确定彼此间距离均大于干扰距离阈值的 N 个第三栅格; 若在每个所述第三栅格中部署一个微基站能使所述目标区域对应的网络增益最大, 则确定所述 N 个第三栅格作为所述 N 个第一栅格。

进一步地, 所述处理器 32 还用于根据公式 (6) 确定所述 L 个第二栅格中的任意两个之间的干扰:

$$I_{ij} = 1 - U_1\{l_i, l_j\} / (U_1(l_i) + U_1(l_j)) \quad (6)$$

其中, l_i 和 l_j 为所述任意两个第二栅格, I_{ij} 为所述干扰, $U_1\{l_i, l_j\}$ 为在第二栅格 l_i 和 l_j 中同时分别部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益, $U_1(l_i)$ 为在第二栅格 l_i 中部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益, $U_1(l_j)$ 为在第二栅格 l_j 中部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益;

确定使所述干扰小于预设干扰阈值的栅格间距离为所述干扰距离阈值。

进一步地, 所述处理器 32 还用于分别以所述多个栅格中的每个栅格为待处理栅格, 确定在每个所述第一栅格中部署一个微基站前所述待处理栅格的第一参考信号强度, 以及在每个所述第一栅格中部署一个微基站后所述待处理栅格的第二参考信号强度; 若所述第二参考信号强度大于所述第一参考信号强度, 则确定所述待处理栅格对应的基站为待调整基站, 并对所述待调整基站的参数进行调整。

进一步地, 所述处理器 32 还用于根据第一预设步长, 调整所述待调整基站的发射功率; 或, 根据第二预设步长, 调整所述待调整基站的天线倾角。

本领域普通技术人员可以理解: 实现上述方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成, 前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中, 该程序在执行时, 执行包括上述方法实施例的步骤; 而前述的存储介质包括: ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

最后应说明的是: 以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案, 而非对其限制; 尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明, 本领域的普通技术人员应当理解: 其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改, 或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换; 而这些修改或者替换, 并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

权 利 要 求 书

1、一种无线网络扩容方法，其特征在于，包括：

对宏蜂窝网络覆盖的目标区域进行栅格化划分，得到多个栅格；

从所述多个栅格中确定 N 个第一栅格，其中，在每个所述第一栅格中部署一个微基站均能够使所述目标区域对应的网络增益最大，所述 N 为大于 1 的整数；

确定在所述 N 个第一栅格中的每个第一栅格内部署一个微基站。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，从所述多个栅格中确定所述 N 个第一栅格，包括：

从所述多个栅格中确定 L 个第二栅格，其中，在每个所述第二栅格中部署一个微基站能够使所述目标区域对应的网络增益增加，所述 L 为大于 N 的整数；

从所述 L 个第二栅格中确定所述 N 个第一栅格。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，从所述多个栅格中确定所述 L 个第二栅格，包括：

依次针对所述多个栅格中的每个栅格，根据公式（1）计算在所述每个栅格单独部署一个微基站后，所述目标区域对应的网络容量增益，并根据公式（2）计算在所述每个栅格部署一个微基站后，所述目标区域对应的网络覆盖增益：

$$U_1(p) = Capacity(S \cup p) - Capacity(S) \quad (1)$$

$$U_2(p) = Coverage(S \cup p) - Coverage(S) \quad (2)$$

其中， $U_1(p)$ 为在所述多个栅格中的任一栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域对应的网络容量增益， $U_2(p)$ 为在所述多个栅格中的任一栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域对应的网络覆盖增益， S 为所述目标区域中包括的宏基站集合， $Capacity(S)$ 为部署微基站前的所述目标区域的网络容量，根据公式（3）确定， $Capacity(S \cup p)$ 为在所述栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域的网络容量，根据 $Capacity(S \cup p) = \sum_{c \in (S \cup p)} T_c$ 确定， $Coverage(S)$ 为部署微基站前的所述目标区域的网络覆盖范围，根据公式（4）确定， $Coverage(S \cup p)$ 为在所述栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域的网络覆盖范围，根据 $Coverage(S \cup p) = \sum_{c \in (S \cup p)} F_c$ 确定：

$$Capacity(S) = \sum_{c \in S} T_c = \sum_{c \in S} \frac{W \sum_{i \in c} T_i}{\sum_{i \in c} T_i \log_2^{-1}(1 + \gamma_i^{RS})} \quad (3)$$

$$Coverage(S) = \sum_{c \in S} F_c = \left(\sum_{c \in S} \frac{\sum_{i \in c, RS_i > RS_{\min}} T_i}{\sum_{i \in c} T_i} + \sum_{c \in S} \frac{\sum_{i \in c, \gamma_i^{RS} > \gamma_{\min}} T_i}{\sum_{i \in c} T_i} \right) / 2 \quad (4)$$

其中, T_c 为集合 S 中任一基站 c 对应的网络容量, F_c 为集合 S 中任一基站 c 的网络覆盖范围, W 为网络带宽, T_i 为所述基站 c 的覆盖范围内的任一栅格 i 的业务量, γ_i^{RS} 为栅格 i 对应的参考信号的信噪比, 根据公式 (5) 确定, $\gamma_{\min}$ 为所述参考信号的信噪比门限, RS_i 为栅格 i 的参考信号强度, 由 $P_c g_p^c$ 确定, $RS_{\min}$ 为所述参考信号的信号强度门限,

$$\gamma_i^{RS} = \frac{P_c g_i^c}{P_{noise} + \sum_{d \neq c, d \in S} P_d g_i^d} \quad (5)$$

其中, P_{noise} 为噪声功率, P_c 为所述基站 c 的发射功率, P_d 为集合 S 中不同于所述基站 c 的任一基站 d 的发射功率, g_i^c 和 g_i^d 分别为基站 c 到栅格 i 的信道增益和基站 d 到栅格 i 的信道增益;

确定使所述网络容量增益大于 0, 且所述网络覆盖增益大于 0 的栅格构成所述 L 个第二栅格。

4、根据权利要求 2 或 3 所述的方法, 其特征在于, 从所述 L 个第二栅格中确定所述 N 个第一栅格, 包括:

遍历所述 L 个第二栅格, 从所述 L 个第二栅格中确定彼此间距离均大于干扰距离阈值的 N 个第三栅格;

若在每个所述第三栅格中部署一个微基站能使所述目标区域对应的网络增益最大, 则确定所述 N 个第三栅格作为所述 N 个第一栅格。

5、根据权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 所述干扰距离阈值为: 根据公式 (6) 确定所述 L 个第二栅格中的任意两个第二栅格之间的干扰:

$$I_{ij} = 1 - U_1\{l_i, l_j\} / (U_1(l_i) + U_1(l_j)) \quad (6)$$

其中, l_i 和 l_j 为所述任意两个第二栅格, I_{ij} 为所述干扰, $U_1\{l_i, l_j\}$ 为在第二栅格 l_i 和 l_j 中同时分别部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益, $U_1(l_i)$ 为在第二栅格 l_i 中部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增

益, $U_1(l_j)$ 为在第二栅格 l_j 中部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益;

确定使所述干扰小于预设干扰阈值的栅格间距离为所述干扰距离阈值。

6、根据权利要求 1~5 中任一项所述的方法, 其特征在于, 确定在所述 N 个第一栅格中的每个第一栅格内部署一个微基站之后, 还包括:

分别以所述多个栅格中的每个栅格为待处理栅格, 确定在每个所述第一栅格中部署一个微基站前所述待处理栅格的第一参考信号强度, 以及在每个所述第一栅格中部署一个微基站后所述待处理栅格的第二参考信号强度;

若所述第二参考信号强度大于所述第一参考信号强度, 则确定所述待处理栅格对应的基站为待调整基站, 并对所述待调整基站的参数进行调整。

7、根据权利要求 6 所述的方法, 其特征在于, 对所述待调整基站的参数进行调整, 包括如下至少一种:

根据第一预设步长, 调整所述待调整基站的发射功率; 或,

根据第二预设步长, 调整所述待调整基站的天线倾角。

8、一种无线网络扩容设备, 其特征在于, 包括:

划分模块, 用于对宏蜂窝网络覆盖的目标区域进行栅格化划分, 得到多个栅格;

处理模块, 用于从所述多个栅格中确定 N 个第一栅格, 其中, 在每个所述第一栅格中部署一个微基站均能够使所述目标区域对应的网络增益最大, 所述 N 为大于 1 的整数;

第一确定模块, 用于根据所述处理模块确定的所述 N 个第一栅格, 确定在所述 N 个第一栅格中的每个第一栅格内部署一个微基站。

9、根据权利要求 8 所述的设备, 其特征在于, 所述处理模块, 包括:

第一处理单元, 用于从所述多个栅格中确定 L 个第二栅格, 其中, 在每个所述第二栅格中部署一个微基站能够使所述目标区域对应的网络增益增加, 所述 L 为大于 N 的整数;

第二处理单元, 用于从所述 L 个第二栅格中确定所述 N 个第一栅格。

10、根据权利要求 9 所述的设备，其特征在于，所述第一处理单元，包括：

第一计算子单元，用于依次针对所述多个栅格中的每个栅格，根据公式（1）计算在所述每个栅格单独部署一个微基站后，所述目标区域对应的网络容量增益，并根据公式（2）计算在所述每个栅格部署一个微基站后，所述目标区域对应的网络覆盖增益：

$$U_1(p) = \text{Capacity}(S \cup p) - \text{Capacity}(S) \quad (1)$$

$$U_2(p) = \text{Coverage}(S \cup p) - \text{Coverage}(S) \quad (2)$$

其中， $U_1(p)$ 为在所述多个栅格中的任一栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域对应的网络容量增益， $U_2(p)$ 为在所述多个栅格中的任一栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域对应的网络覆盖增益， S 为所述目标区域中包括的宏基站集合， $\text{Capacity}(S)$ 为部署微基站前的所述目标区域的网络容量，根据公式（3）确定， $\text{Capacity}(S \cup p)$ 为在所述栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域的网络容量，根据 $\text{Capacity}(S \cup p) = \sum_{c' \in (S \cup p)} T_{c'}$ 确定， $\text{Coverage}(S)$

为部署微基站前的所述目标区域的网络覆盖范围，根据公式（4）确定， $\text{Coverage}(S \cup p)$ 为在所述栅格 p 中部署一个微基站后所述目标区域的网络覆盖范围，根据 $\text{Coverage}(S \cup p) = \sum_{c' \in (S \cup p)} F_{c'}$ 确定：

$$\text{Capacity}(S) = \sum_{c \in S} T_c = \sum_{c \in S} \frac{W \sum_{i \in c} T_i}{\sum_{i \in c} T_i \log_2^{-1}(1 + \gamma_i^{RS})} \quad (3)$$

$$\text{Coverage}(S) = \sum_{c \in S} F_c = \left(\sum_{c \in S} \frac{\sum_{i \in c, RS_i > RS_{\min}} T_i}{\sum_{i \in c} T_i} + \sum_{c \in S} \frac{\sum_{i \in c, \gamma_i^{RS} > \gamma_{\min}} T_i}{\sum_{i \in c} T_i} \right) / 2 \quad (4)$$

其中， T_c 为集合 S 中任一基站 c 对应的网络容量， F_c 为集合 S 中任一基站 c 的网络覆盖范围， W 为网络带宽， T_i 为所述基站 c 的覆盖范围内的任一栅格 i 的业务量， γ_i^{RS} 为栅格 i 对应的参考信号的信噪比，根据公式（5）确定， $\gamma_{\min}$ 为所述参考信号的信噪比门限， RS_i 为栅格 i 的参考信号强度，由 $P_c g_p^c$ 确定， $RS_{\min}$ 为所述参考信号的信号强度门限，

$$\gamma_i^{RS} = \frac{P_c g_i^c}{P_{\text{noise}} + \sum_{d \neq c, d \in S} P_d g_i^d} \quad (5)$$

其中， P_{noise} 为噪声功率， P_c 为所述基站 c 的发射功率， P_d 为集合 S 中

不同于所述基站 c 的任一基站 d 的发射功率, g_i^c 和 g_i^d 分别为基站 c 到栅格 i 的信道增益和基站 d 到栅格 i 的信道增益;

第一确定子单元, 用于确定使所述网络容量增益大于 0, 且所述网络覆盖增益大于 0 的栅格构成所述 L 个第二栅格。

11、根据权利要求 9 或 10 所述的设备, 其特征在于, 所述第二处理单元, 包括:

选择子单元, 用于遍历所述 L 个第二栅格, 从所述 L 个第二栅格中确定彼此间距离均大于干扰距离阈值的 N 个第三栅格;

第二确定子单元, 用于若在每个所述第三栅格中部署一个微基站能使所述目标区域对应的网络增益最大, 则确定所述 N 个第三栅格作为所述 N 个第一栅格。

12、根据权利要求 11 所述的设备, 其特征在于, 所述选择子单元, 还用于:

根据公式 (6) 确定所述 L 个第二栅格中的任意两个第二栅格之间的干扰:

$$I_{ij} = 1 - U_1\{l_i, l_j\} / (U_1(l_i) + U_1(l_j)) \quad (6)$$

其中, l_i 和 l_j 为所述任意两个第二栅格, I_{ij} 为所述干扰, $U_1\{l_i, l_j\}$ 为在第二栅格 l_i 和 l_j 中同时分别部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益, $U_1(l_i)$ 为在第二栅格 l_i 中部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益, $U_1(l_j)$ 为在第二栅格 l_j 中部署一个微基站后所述目标网络的网络容量增益;

确定使所述干扰小于预设干扰阈值的栅格间距离为所述干扰距离阈值。

13、根据权利要求 8~12 中任一项所述的设备, 其特征在于, 还包括:

第二确定模块, 用于分别以所述多个栅格中的每个栅格为待处理栅格, 确定在每个所述第一栅格中部署一个微基站前所述待处理栅格的第一参考信号强度, 以及在每个所述第一栅格中部署一个微基站后所述待处理栅格的第二参考信号强度;

调整模块, 用于若所述第二参考信号强度大于所述第一参考信号强度, 则确定所述待处理栅格对应的基站为待调整基站, 并对所述待调整基站的参数进行调整。

14、根据权利要求 13 所述的设备，其特征在于，所述调整模块，具体用于：

根据第一预设步长，调整所述待调整基站的发射功率；或，根据第二预设步长，调整所述待调整基站的天线下倾角。

15、一种网络设备，其特征在于，包括：

存储器以及与所述存储器连接的处理器，其中，所述存储器用于存储一组程序代码，所述处理器用于调用所述存储器中存储的程序代码，执行权利要求 1~7 中任一项所述的方法。

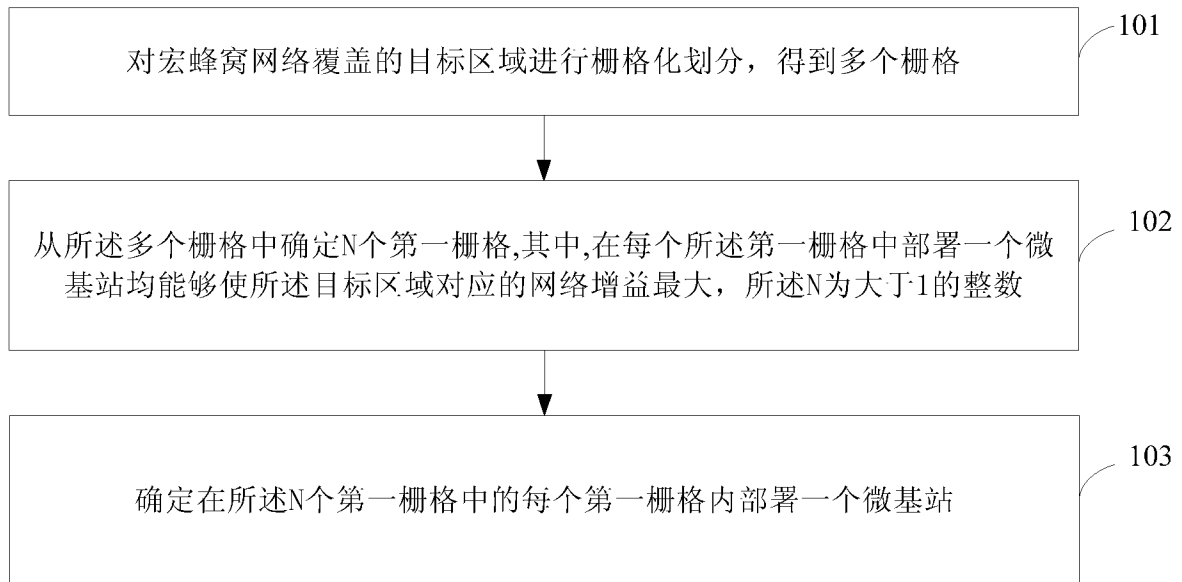


图 1

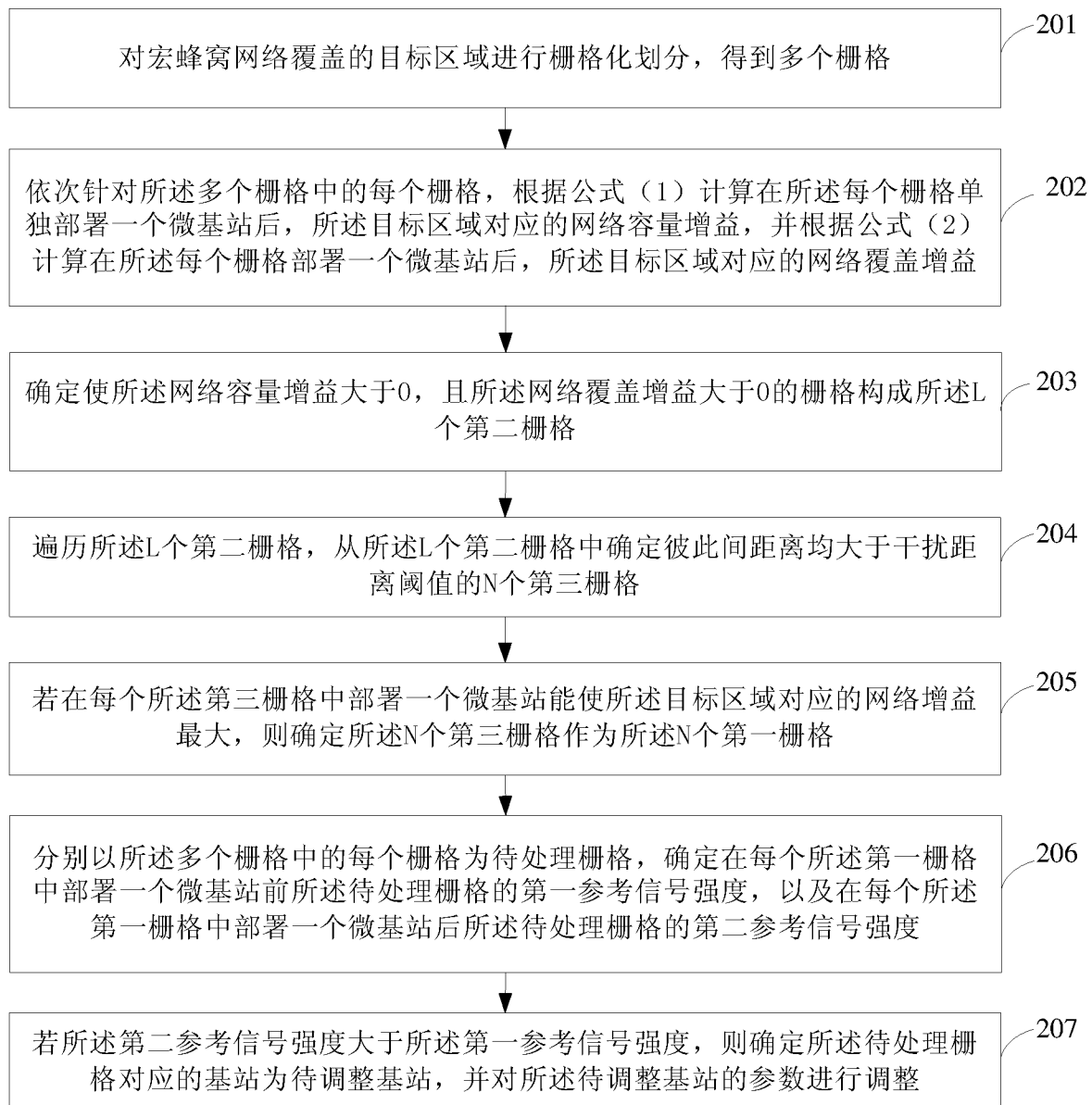


图 2

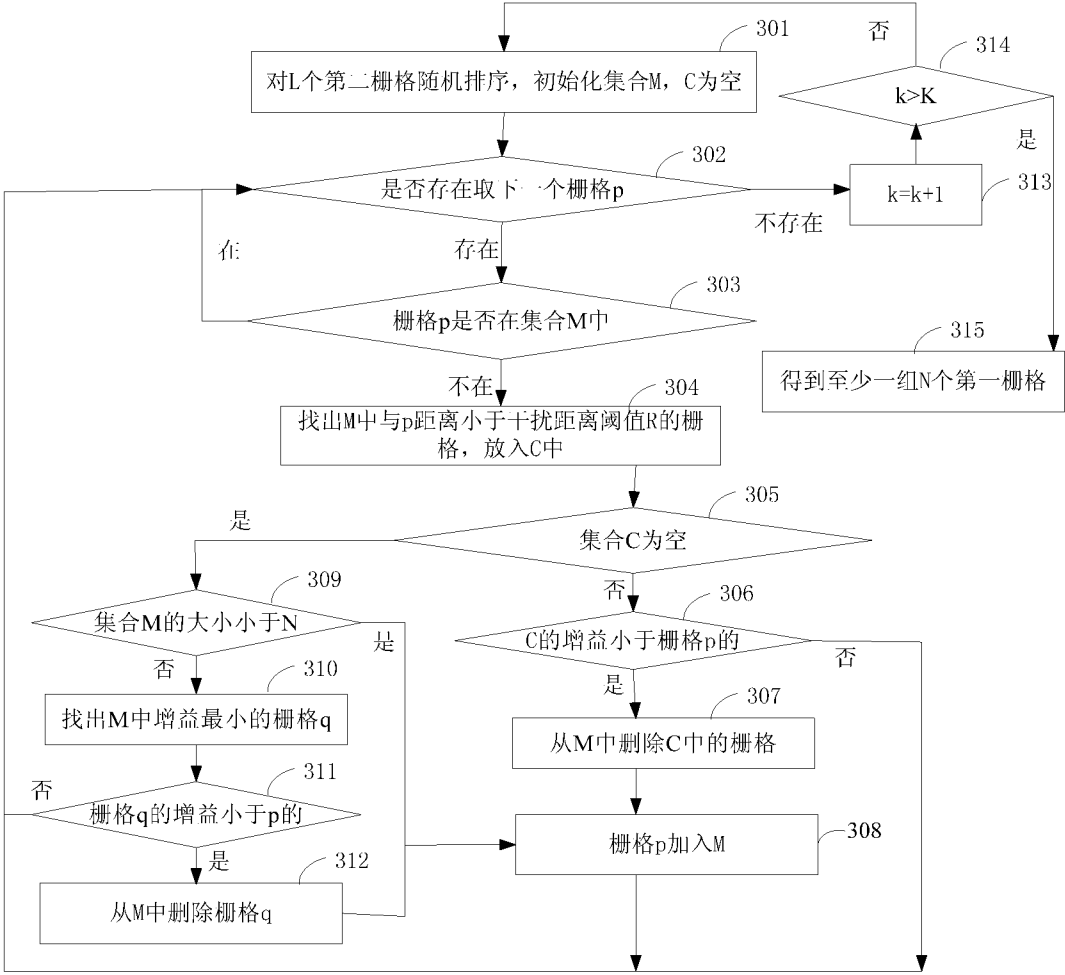


图 3

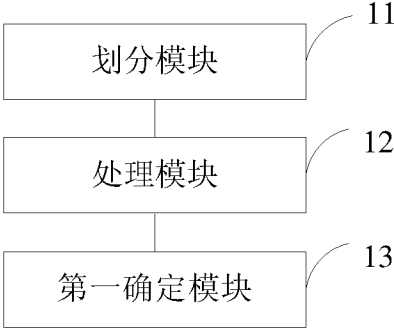


图 4

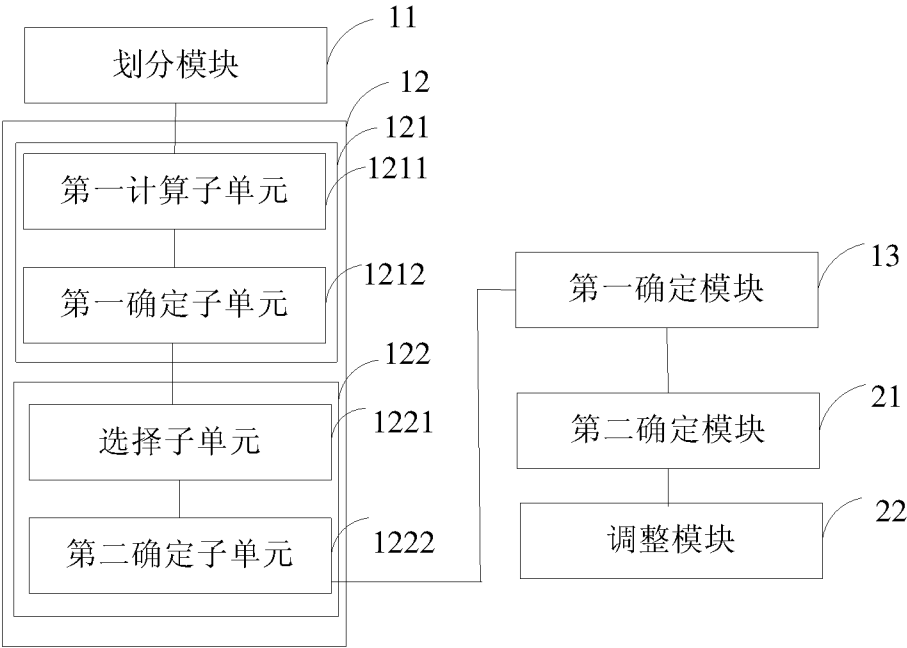


图 5

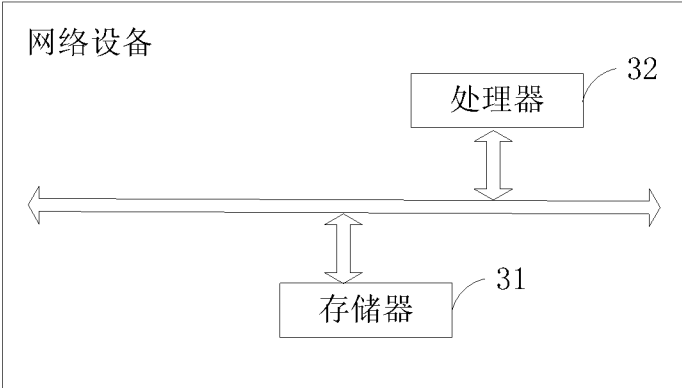


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2014/078034

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 16/18 (2009.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L; H04W; H04Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: mirco-, cell, NodeB, base w station, fetocell, grid, amplify+, capaciti+, cover+, gain, enlarge the capacity

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 103702337 A (BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 02 April 2014 (02.04.2014) description, paragraphs [0022]-[0078]	1, 2, 8, 9, 15
A	CN 101494871 A (ZTE CORP.) 29 July 2009 (29.07.2009) the whole document	1-15
A	CN 103476041 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 25 December 2013 (25.12.2013) the whole document	1-15
A	CN 102547752 A (CHINA MOBILE GROUP GUANGDONG) 04 July 2012 (04.07.2012) the whole document	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 10 February 2015	Date of mailing of the international search report 27 February 2015
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer LI, Kai Telephone No. (86-10) 62413305

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2014/078034

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103702337 A	02 April 2014	None	
CN 101494871 A	29 July 2009	None	
CN 103476041 A	25 December 2013	None	
CN 102547752 A	04 July 2012	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/078034

A. 主题的分类

H04W 16/18(2009.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H04L; H04W; H04Q

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 栅格, 网格, 放大, 扩容, 扩大容量, 容量, 增容, 增益, 微, 基站, micro+, cell, nodeB, base w station, femtocell, grid, amplif+, capacit+, cover+

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 103702337 A (北京邮电大学) 2014年 4月 2日 (2014 - 04 - 02) 说明书第[0022]-[0078]段	1-2, 8-9, 15
A	CN 101494871 A (中兴通讯股份有限公司) 2009年 7月 29日 (2009 - 07 - 29) 全文	1-15
A	CN 103476041 A (浙江大学) 2013年 12月 25日 (2013 - 12 - 25) 全文	1-15
A	CN 102547752 A (中国移动通信集团广东有限公司) 2012年 7月 4日 (2012 - 07 - 04) 全文	1-15

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2015年 2月 10日

国际检索报告邮寄日期

2015年 2月 27日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
北京市海淀区蓟门桥西土城路6号
100088 中国

传真号 (86-10)62019451

授权官员

李凯

电话号码 (86-10)62413305

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/078034

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	103702337	A	2014年 4月 2日	无	
CN	101494871	A	2009年 7月 29日	无	
CN	103476041	A	2013年 12月 25日	无	
CN	102547752	A	2012年 7月 4日	无	