

(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
2021 年 6 月 3 日 (03.06.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/104518 A1

(51) 国际专利分类号:
H04W 24/02 (2009.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/132748

(22) 国际申请日: 2020 年 11 月 30 日 (30.11.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201911209235.0 2019 年 11 月 30 日 (30.11.2019) CN

(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: 余荣道 (YU, Rongdao); 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: 广州三环专利商标代理有限公司 (SCIHEAD IP LAW FIRM); 中国广东省广州市

越秀区先烈中路 80 号汇华商贸大厦 1508 室, Guangdong 510070 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, 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,

(54) Title: OAM-BASED COMMUNICATION METHOD, RELATED DEVICE AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 基于OAM的通信方法和相关设备及存储介质

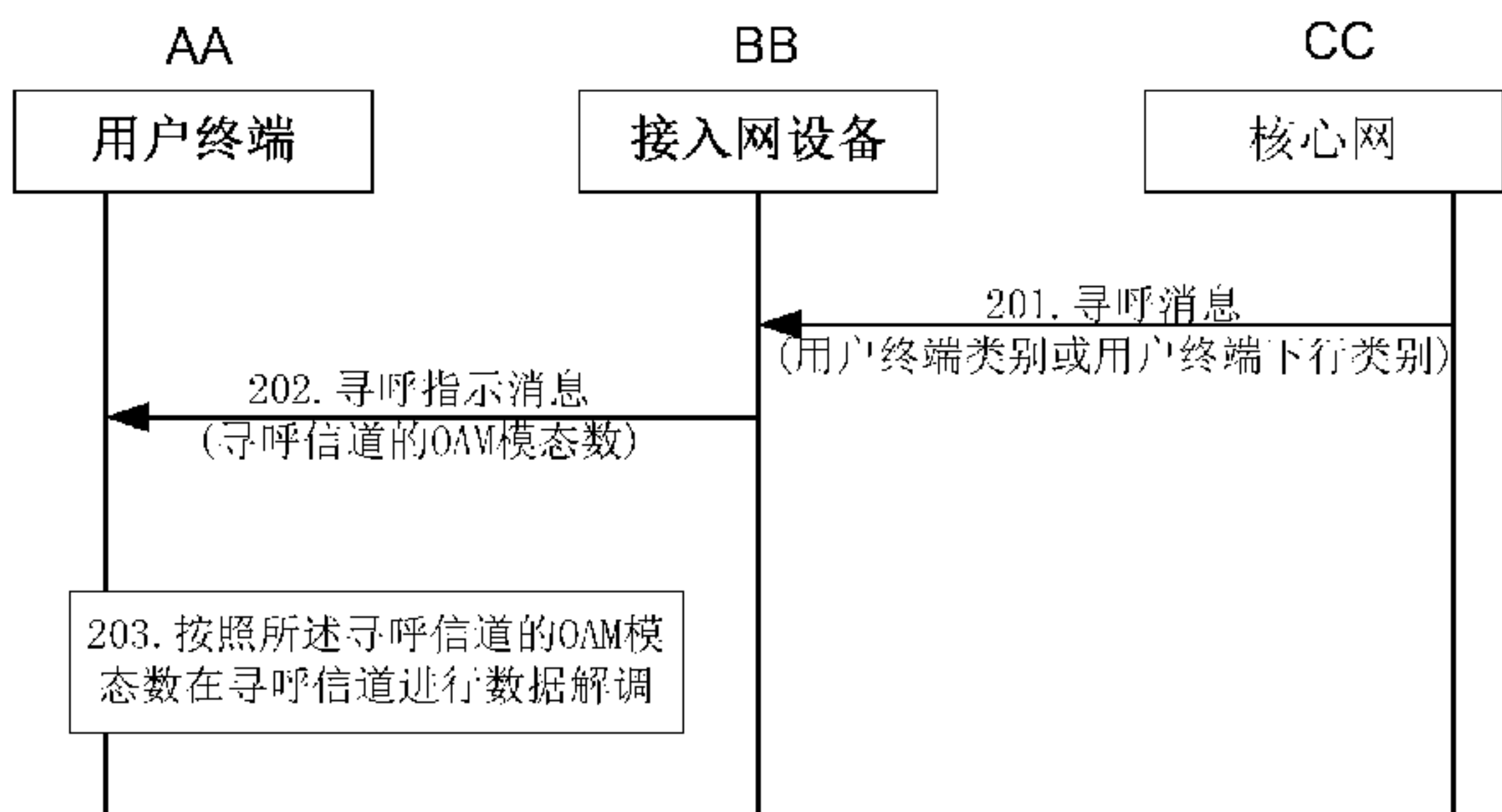


图 2

- 201 Paging message (user terminal category or user terminal downlink category)
202 Paging instruction message (OAM mode number of a paging channel)
203 Demodulate data in the paging channel according to the OAM mode number of the paging channel
AA User terminal
BB Access network device
CC Core network

(57) Abstract: An orbital angular momentum (OAM)-based communication method, a related device and a storage medium. An OAM-based communication method comprises: an access network device receives a paging message from a core network, the paging message carrying a user terminal category or a user terminal downlink category; the access network device sends a paging instruction message to a user terminal, the paging instruction message carrying an OAM mode number of a paging channel, the OAM mode number of the paging channel being less than or equal to the downlink maximum OAM mode number of the user terminal, wherein the maximum OAM mode number of the user terminal can be determined on the basis of the user terminal category or the user terminal downlink category. The solutions in the embodiments of the present application are conducive to enabling a user terminal to be more likely to demodulate data in a paging channel according to a relatively more reasonable OAM mode number of the paging channel, which is conducive to improving the accuracy and reliability of the data transmission of an OAM system.

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)。

本国际公布：
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：基于轨道角动量OAM的通信方法和相关设备及存储介质。一种基于轨道角动量OAM的通信方法包括：接入网设备接收来自核心网的寻呼消息，其中，所述寻呼消息携带有用户终端类别或用户终端下行类别；所述接入网设备向所述用户终端发送寻呼指示消息，所述寻呼指示消息携带有寻呼信道的OAM模态数，所述寻呼信道的OAM模态数小于或等于所述用户终端的下行最大OAM模态数，其中，所述用户终端的最大OAM模态数能够基于所述用户终端类别或用户终端下行类别确定。本申请实施例方案有利于使得用户终端更可能按照相对更合理的寻呼信道OAM模态数在寻呼信道进行数据解调，这样有利于提高OAM系统的数据传输的准确可靠性。

基于 OAM 的通信方法和相关设备及存储介质

本申请要求于 2019 年 11 月 30 日提交中国专利局、申请号为 201911209235.0、申请名称为“基于 OAM 的通信方法和相关设备及存储介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

5

技术领域

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及基于 OAM 的通信方法和相关设备及计算机可读存储介质。

10 背景技术

根据经典电磁波理论，电磁波不仅携带沿传播方向的线性动量，也携带垂直于传播方向的角动量。角动量包括由描述极化状态的自旋角动量(SAM, Spin angular momentum)和描述螺旋相位结构的轨道角动量(OAM, Orbital angular momentum)。

其中，将相位因子 $e^{il\varphi}$ 添加到正常的无线电磁波中，那么这个无线电磁波的波前将不再是平面结构，而是绕着波束传播方向旋转，变换为螺旋相位波前结构。其中，这个过程可以表示为： $U(r, \varphi) = A(r)e^{il\varphi}$ 。A(r)表示电磁波幅度，r 表示到波束中心轴线的辐射距离， φ 表示方位角，l表示电磁波的 OAM 模态。电磁波的 OAM 模态l是一个不受限的整数，对应着围绕传播轴 $2\pi l$ 的波前相位变化。具有不同 OAM 模态的电磁波，互相之间是正交的。螺旋相位因子 $e^{il\varphi}$ 决定螺旋波束空间相位分布结构，而不同 OAM 模态l螺旋波束的空间结构不同。因此业内提出可将不同 OAM 模态的电磁波复用来传输信息，利用 OAM 电磁波之间的正交性有利于极大提升通信系统的容量。但是，在通信系统中具体如何利用不同 OAM 模态的电磁波复用来传输信息，目前还在研究讨论阶段。

15

20

发明内容

25

本申请提供了基于 OAM 的通信方法和相关设备及计算机可读存储介质。

本申请第一方面提供一种基于 OAM 的通信方法，包括：

30

例如当核心网设备需寻呼某用户终端，核心网设备可向接入网设备发送寻呼消息，接入网设备(例如基站)接收来自核心网的寻呼消息，其中，所述寻呼消息携带有用户终端类别或用户终端下行类别。所述接入网设备向所述用户终端发送寻呼指示消息，所述寻呼指示消息携带有寻呼信道的 OAM 模态数，所述寻呼信道的 OAM 模态数小于或等于所述用户终端支持的下行最大 OAM 模态数，其中，所述用户终端支持的下行最大 OAM 模态数能够基于所述用户终端类别或用户终端下行类别确定。

35

具体例如，接入网设备可在接收到所述寻呼消息之后，基于寻呼消息携带的用户终端类别或用户终端下行类别，来确定用户终端支持的下行最大 OAM 模态数，在用户终端支持的下行最大 OAM 模态数范围内，选择合适的寻呼信道的 OAM 模态数，向用户终端发送携带所选择的寻呼信道的 OAM 模态数的寻呼指示消息，进而通知用户终端可按照寻呼信道的 OAM 模态数在寻呼信道进行数据解调。

可以看出, 上述举例方案中, 接入网设备(如基站)接收到核心网发送的寻呼消息, 可获取寻呼消息中携带的用户终端类别或用户终端下行类别, 而所述用户终端类别或用户终端下行类别可用于确定用户终端支持的下行最大 OAM 模态数, 接入网设备可根据上行最大 OAM 模态数可选择合适的 OAM 模态数作为寻呼信道的 OAM 模态数。上述方案使得接入网设备可根据用户终端的类别或用户终端下行类别来为寻呼信道选择合适的 OAM 模态数, 并将其通知给用户终端, 这有利于使得用户终端更可能按照相对更合理的寻呼信道 OAM 模态数在寻呼信道进行数据解调, 这样有利于提高数据传输的准确可靠性。

例如用户终端下行类别(UE DL Category)包括如下特性中的一种或多种: 下行最大传输速率、下行是否支持 64QAM(Quadrature Phase Shift Keying, 正交相移键控)或下行最大 OAM 模态数等。

用户终端类别(UE Category)可包括如下特性中的一种或多种: 下行最大传输速率、下行空分复用可支持的最大层数、下行最大 OAM 模态数、上行最大传输速率、上行是否支持 64QAM 或上行最大 OAM 模态数等。

研究发现, 基于 OAM 的通信系统中, 最大传输速率除了跟支持的调制阶数、支持的载波数和支持的多输入多输出的最大层数等相关外, 还与支持的 OAM 模态数相关, 下面举例一些可能的最大传输速率计算方式。

例如,

$$\text{Max Data Rate-1} = \sum_{l1=1}^{L1} \sum_{j1=1}^{J1} \left(v_{\text{Layers}}^{(j1)} \cdot Q_m^{(j1)} \cdot f^{(j1)} \cdot R_{\max} \cdot \frac{N_{\text{PRB}}^{BW(j1),\mu} \cdot 12}{T_s^\mu} \cdot (1 - OH^{(j1)}) \right)$$

其中, Max Data Rate-1 表示下行最大传输速率; 其中, L1 表示所述接入网设备支持的下行 OAM 模态数; J1 表示所述接入网设备支持的下行载波数; $v_{\text{Layers}}^{(j1)}$ 表示不同的下行载波支持的多输入多输出的最大层数; $Q_m^{(j1)}$ 表示不同的下行载波支持的最大调制阶数; $f^{(j1)}$ 表示不同的下行载波的可调因子。 $R_{\max}$ 表示换算常数, $N_{\text{PRB}}^{BW(j1),\mu}$ 表示不同的下行载波的相应带宽下支持的物理资源块数。其中, $OH^{(j1)}$ 表示不同的下行载波下的开销值。其中, T_s^μ 表示平均正交频分复用(OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing)符号时间长度。

又例如,

$$\text{Max Data Rate-2} = \sum_{l2=1}^{L2} \sum_{j2=1}^{J2} \left(v_{\text{Layers}}^{(j2)} \cdot Q_m^{(j2)} \cdot f^{(j2)} \cdot R_{\max} \cdot \frac{N_{\text{PRB}}^{BW(j2),\mu} \cdot 12}{T_s^\mu} \cdot (1 - OH^{(j2)}) \right)$$

其中, Max Data Rate-2 表示上行最大传输速率; L2 表示所述用户终端支持的上行 OAM 模态数; J2 表示所述用户终端支持的上行载波数; $v_{\text{Layers}}^{(j2)}$ 表示不同的上行载波支持的多输入多输出的最大层数; $Q_m^{(j2)}$ 表示不同的上行载波支持的最大调制阶数; $f^{(j2)}$ 表示不同的上行载波的可调因子; $R_{\max}$ 表示换算常数, $N_{\text{PRB}}^{BW(j2),\mu}$ 表示不同的上行载波的相应带宽下支持的

物理资源块数； T_s^{μ} 表示平均正交频分复用 OFDM 符号时间长度； $OH^{(j2)}$ 表示不同的上行载波下的开销值。

本申请第二方面提供一种基于 OAM 的通信方法，包括：用户终端接收来自接入网设备的寻呼指示消息，所述寻呼指示消息携带有寻呼信道的 OAM 模态数；所述用户终端按照所述寻呼信道的 OAM 模态数在寻呼信道进行数据解调。其中，寻呼信道的 OAM 模态数小于用户终端支持的最大下行 OAM 模态数。

可以看出，上述方案中，接入网设备可根据终端支持的上行最大 OAM 模态数，来选择合适的 OAM 模态数作为寻呼信道的 OAM 模态数，并将其通知给用户终端，进而使得用户终端可按照接入网设备指示的相对更合理的寻呼信道 OAM 模态数，在寻呼信道进行数据解调，这样有利于提高数据传输的准确可靠性。

本申请第三方面提供一种基于 OAM 的通信方法包括：用户终端生成能力上报消息，所述能力上报消息携带 OAM 模态能力指示，所述 OAM 模态能力指示用于指示出所述用户终端支持的 OAM 模态能力；所述用户终端向接入网设备发送所述能力上报消息。

举例来说，所述 OAM 模态能力指示包括如下信息中的一种或者多种：所述用户终端支持的上行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的下行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的最大上行 OAM 模态数和是否支持上行负模态、所述用户终端支持的最大下行 OAM 模态数和是否支持下行负模态、所述用户终端支持的上行 OAM 模态初值和上行 OAM 模态间隔、或所述用户终端支持的下行 OAM 模态初值和下行 OAM 模态间隔。

其中，所述能力上报消息用于响应来自所述接入网设备的能力查询请求（即用户终端在接入网设备的请求下上报 OAM 模态能力）。此外，用户终端也自行主动向接入网设备上报其 OAM 模态能力。

可以看出，上述举例方案中，用户终端向接入网设备上报其支持的 OAM 模态能力，有利于使接入网设备了解不同用户终端的 OAM 模态能力（如所支持的 OAM 模态数等），进而可在后续通信过程中，根据用户终端的 OAM 模态能力实现更合理调度传输，进而有利于实现不同 OAM 模态的复用从而提高系统容量。

本申请第四方面提供一种基于 OAM 的通信方法包括：当接入网设备想要了解用户终端支持的 OAM 模态能力，那么接入网设备可以向用户终端发送能力查询请求；接入网设备接收来自所述用户终端的用于响应所述能力查询请求的能力上报消息，其中，所述能力上报消息携带 OAM 模态能力指示，其中，所述 OAM 模态能力指示用于指示出所述用户终端支持的 OAM 模态能力。

举例来说，所述 OAM 模态能力指示包括如下信息中的一种或者多种：所述用户终端支持的上行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的下行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的最大上行 OAM 模态数和是否支持上行负模态、所述用户终端支持的最大下行 OAM 模态数和是否支持下行负模态、所述用户终端支持的上行 OAM 模态初值和上行 OAM 模态间隔、或所述用户终端支持的下行 OAM 模态初值和下行 OAM 模态间隔。

此外，接入网设备也可不主动请求用户设备上报其支持的 OAM 模态能力，而是可由用户终端自行主动向接入网设备上报其 OAM 模态能力，这种情况下，接入网设备可不向用户终端发送能力查询请求。

可以看出，上述举例方案中，用户终端在接入网设备的请求下，向接入网设备上报其支持的 OAM 模态能力，有利于使接入网设备了解不同用户终端的 OAM 模态能力(如用户终端所支持的 OAM 模态数等)，进而可在后续通信过程中，根据用户终端的 OAM 模态能力实现更合理调度传输，进而有利于实现不同 OAM 模态的复用从而提高系统容量。

5 本申请第五方面提供一种接入网设备，包括：

接收单元，用于接收来自核心网的寻呼消息，其中，所述寻呼消息携带有用户终端类别或用户终端下行类别；

10 发送单元，用于向所述用户终端发送寻呼指示消息，其中，所述寻呼指示消息携带有寻呼信道的 OAM 模态数，所述寻呼信道的 OAM 模态数小于或等于所述用户终端的下行最大 OAM 模态数，其中，所述用户终端的最大 OAM 模态数能够基于所述用户终端类别或用户终端下行类别确定。

第五方面提供的接入网设备的各功能单元的功能实现细节，可参考第一方面所提供方法的相关细节描述，此处不再赘述。

本申请第六方面提供一种用户终端，可包括：

15 通信单元，接收来自接入网设备的寻呼指示消息，所述寻呼指示消息携带有寻呼信道的 OAM 模态数。其中，所述寻呼信道的 OAM 模态数小于或等于所述用户设备支持的下行最大 OAM 模态数。

寻呼处理单元，用于所述用户终端按照所述寻呼信道的 OAM 模态数在寻呼信道进行数据解调。

20 第六方面提供的用户终端的各功能单元的功能实现细节，可参考第二方面所提供方法的相关细节描述，此处不再赘述。

本申请第七方面提供一种用户终端，可包括：

生成单元，用于生成能力上报消息，所述能力上报消息携带 OAM 模态能力指示，所述 OAM 模态能力指示用于指示出所述用户终端支持的 OAM 模态能力。

25 通信单元，用于向接入网设备发送所述能力上报消息。

举例来说，所述 OAM 模态能力指示包括如下信息中的一种或者多种：所述用户终端支持的上行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的下行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的最大上行 OAM 模态数和是否支持上行负模态、所述用户终端支持的最大下行 OAM 模态数和是否支持下行负模态、所述用户终端支持的上行 OAM 模态初值和上行 OAM 模态间隔、或所述
30 用户终端支持的下行 OAM 模态初值和下行 OAM 模态间隔。

第七方面提供的用户终端的各功能单元的功能实现细节，可参考第三方面所提供方法的相关细节描述，此处不再赘述。

本申请第八方面提供一种接入网设备，可包括：

发送单元，用于向用户终端发送能力查询请求。

35 接收单元，用于接收用于响应所述能力查询请求的能力上报消息，所述能力上报消息携带 OAM 模态能力指示，其中，所述 OAM 模态能力指示用于指示出所述用户终端支持的 OAM 模态能力。

举例来说，所述 OAM 模态能力指示包括如下信息中的一种或者多种：所述用户终端支

持的上行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的下行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的最大上行 OAM 模态数和是否支持上行负模态、所述用户终端支持的最大下行 OAM 模态数和是否支持下行负模态、所述用户终端支持的上行 OAM 模态初值和上行 OAM 模态间隔、或所述用户终端支持的下行 OAM 模态初值和下行 OAM 模态间隔。

5 第八方面提供的接入网设备的各功能单元的功能实现细节，可参考第四方面所提供方法的相关细节描述，此处不再赘述。

本申请第九方面提供一种用户终端，包括：相互耦合的处理器和存储器。所述处理器用于调用所述存储器中存储的计算机程序，以执行本申请实施例中可由用户终端执行的任意一种方法的部分或全部步骤。

10 本申请第十方面提供一种接入网设备，包括：相互耦合的处理器和存储器；所述处理器用于调用所述存储器中存储的计算机程序，以执行本申请实施例中可由接入网设备执行的任意一种方法的部分或全部步骤。

本申请第十一方面提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被硬件(如处理器)执行时能够完成本申请实施例中可由接入网设备执行的任意一种方法的部分或全部步骤。

15 本申请第十二方面提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被硬件(如处理器)执行时能够完成本申请实施例中可由接入网设备执行的任意一种方法的部分或全部步骤。

本申请第十三方面提供一种通信装置(通信装置可应用于接入网设备或用户终端)，通信装置包括：至少一个输入端、信号处理器和至少一个输出端。所述信号处理器，用于执行本申请实施例中可由接入网设备或用户终端执行的任意一种方法的部分或全部步骤。

20 本申请第十四方面提供一种通信装置(通信装置可应用于接入网设备或用户终端)，通信装置包括：输入接口电路，逻辑电路和输出接口电路，其中，所述逻辑电路用于执行本申请实施例中可由接入网设备或用户终端执行的任意一种方法的部分或全部步骤。

25

附图说明

下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。

图 1-A 是本申请实施例提供的一种 OAM 通信系统的架构示意图。

图 1-B 是本申请实施例提供的一种通信系统的架构示意图。

30 图 1-C 是本申请实施例提供的卫星通信的场景示意图。

图 1-D 是本申请实施例提供的一种具有螺旋状的非平面波前结构电磁波的示意图。

图 1-E 是本申请实施例提供的一种阵元排列的示意图。

图 2 是本申请实施例提供的一种基于 OAM 的通信方法的示意图。

图 3 是本申请实施例提供的另一种基于 OAM 的通信方法的示意图。

35 图 4 是本申请实施例提供的另一种基于 OAM 的通信方法的示意图。

图 5-A 是本申请实施例提供的另一种基于 OAM 的通信方法的示意图。

图 5-B 是本申请实施例提供的一种比特序列经过处理后映射到无线帧的示意图。

图 5-C 是本申请实施例提供的一种 QPSK 调制符号表的示意图。

图 5-D 是本申请实施例提供的一种符号映射到无线帧的示意图。

图 6-A 是本申请实施例提供的另一种基于 OAM 的通信方法的示意图。

图 6-B 是本申请实施例提供的一种第一字段指示 Δl 的示意图。

图 6-C 是本申请实施例提供的一种第一字段指示 Δl 和子载波间隔的示意图。

5 图 7 是本申请实施例提供的另一种用户终端的结构示意图。

图 8 是本申请实施例提供的另一种接入网设备的结构示意图。

图 9 是本申请实施例提供的另一种用户终端的结构示意图。

图 10 是本申请实施例提供的另一种接入网设备的结构示意图。

图 11 是本申请实施例提供的一种接入网设备的结构示意图。

10 图 12 是本申请实施例提供的一种用户终端的结构示意图。

图 13 是本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图。

图 14 是本申请实施例提供的另一种通信装置的结构示意图。

具体实施方式

15 下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行描述。

本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别不同对象，而不是用于描述特定顺序。

参见图 1-A，图 1-A 为一种 OAM 通信系统的架构示意图，OAM 通信系统可以包括接入网设备(如基站)和用户终端，还包括核心网等。接入网设备为用户终端提供通信服务，所述用户终端包括例如智能手机、智能手表、平板电脑等终端设备。其中，接入网设备向用户终端传输下行数据，数据采用信道编码进行编码，信道编码后的数据经过星座调制后传输给用户终端，所述传输方式采用 OAM 波传输。用户终端可向接入网设备传输上行数据，上行数据也可以采用信道编码进行编码，编码后的数据经过星座调制后传输给接入网设备。

20 其中，OAM 通信系统例如应用于 5G 网络、4G 网络、6G 网络、卫星通信网络或其他复杂形态的网络。

参见图 1-B，图 1-B 是本申请实施例举例的一种 5G 网络架构的示意图。5G 网络对 4G 网络的某些功能网元(例如移动性管理实体(MME, Mobility Management Entity)等等)进行了一定拆分，并定义了基于服务化架构的架构。在图 1-B 所示网络架构中，类似 4G 网络中的 MME 的功能，被拆分成了接入与移动性管理功能(AMF, Access and Mobility Management Function)和会话管理功能(SMF, Session Management Function)等等。

30 下面对其他一些相关网元/实体进行介绍。

用户终端(UE, User Equipment)通过接入运营商网络来访问数据网络(DN, Data Network)等等，使用 DN 上的由运营商或第三方提供的业务。

为方便说明，本申请实施例中用户终端、用户设备、终端设备或终端可统称为 UE。即若无特别说明，本申请实施例后文所描述的 UE 均可替换为用户终端、用户设备、终端设备或者终端，当然它们之间也可互换。

接入与移动性管理功能(AMF)是 3GPP 网络中的一种控制面功能，主要负责 UE 接入运营商网络的接入控制和移动性管理。其中，安全锚点功能(SEAF, Security Anchor Function)

可以部署于 AMF 之中，或 SEAF 也可能部署于不同于 AMF 的另一设备中，图 1-B 中以 SEAF 被部署于 AMF 中为例。当 SEAF 被部署于 AMF 中时，SEAF 和 AMF 可合称 AMF。

会话管理功能(SMF)是 3GPP 网络中的一种控制面功能，其中，SMF 主要用于负责管理 UE 的数据包(PDU, Packet Data Unit) 会话。PDU 会话是一个用于传输 PDU 的通道，UE 可以通过 PDU 会话与 DN 互相发送 PDU。SMF 负责 PDU 会话的建立、维护和删除等管理工作。

5 数据网络(DN, Data Network)也称为分组数据网络(PDN, Packet Data Network)，是位于 3GPP 网络之外的网络。其中，3GPP 网络可接入多个 DN，DN 上可部署运营商或第三方提供的多种业务。例如，某个 DN 是一个智能工厂的私有网络，安装在智能工厂车间的传感器扮演 UE 的角色，DN 中部署了传感器的控制服务器。UE 与控制服务器通信，UE 在获取控制服务器的指令之后，可根据这个指令将采集的数据传递给控制服务器。又例如，DN 是一个公司的内部办公网络，该公司员工所使用的终端则可扮演 UE 的角色，这个 UE 可以访问公司内部的信息和其他资源。

15 其中，统一数据管理实体(UDM, Unified Data Management)也是 3GPP 网络中的一种控制面功能，UDM 主要负责存储 3GPP 网络中签约用户(UE)的签约数据、信任状(credential)和持久身份标识(SUPI, Subscriber Permanent Identifier)等。这些数据可以被用于 UE 接入运营商 3GPP 网络的认证和授权。

认证服务器功能(AUSF, Authentication Server Function)也是 3GPP 网络中的一种控制面功能，AUSF 主要用于第一级认证(即 3GPP 网络对其签约用户的认证)。

20 其中，网络开放功能(NEF, Network Exposure Function)也是 3GPP 网络之中的一种控制面功能。NEF 主要负责以安全的方式对第三方开放 3GPP 网络的对外接口。其中，在 SMF 等功能需要与第三方网元通信时，可以以 NEF 为通信的中继。其中，中继时，NEF 可以进行内外部标识的翻译。比如将 UE 的 SUPI 从 3GPP 网络发送到第三方时，NEF 可将 SUPI 翻译成其对应的外部身份标识(ID, Identity)。反之，NEF 可将外部身份 ID 在发送到 3GPP 网络时，将其翻译成对应的 SUPI。

25 其中，网络存储功能(NRF, Network Repository Function)也是 3GPP 网络中的一种控制面功能，主要负责存储可被访问的网络功能(NF)的配置或服务资料(profile)，为其他网元提供网络功能的发现服务。

用户面功能(UPF, User Plane Function)是 3GPP 网络与 DN 通信的网关。

30 策略控制功能(PCF, Policy Control Function)是 3GPP 网络中的一种控制面功能，用于向 SMF 提供 PDU 会话的策略。策略可包括计费、服务质量(QoS, Quality of Service)、授权相关策略等。

接入网(AN, Access Network)是 3GPP 网络的一个子网络，UE 要接入 3GPP 网络，首先需要经过 AN。在无线接入场景下 AN 也称无线接入网(RAN, Radio Access Network)，因此 RAN 和 AN 这两个术语经常不做区分的混用。

35 3GPP 网络是指符合 3GPP 标准的网络。其中，图 1-B 中除了 UE 和 DN 以外的部分可看作是 3GPP 网络。3GPP 网络不只局限于 3GPP 定义的 5G 网络，还可包括 2G、3G、4G 网络。通常 3GPP 网络由运营商来运营。此外，在图 1-B 所示架构中的 N1、N2、N3、N4、N6 等分别代表相关实体/网络功能之间的参照点(Reference Point)。Nausf、Namf... 等分别代表

相关网络功能的服务化接口。

当然，3GPP 网络和非 3GPP 网络可能共存，5G 网络的中的一些网元也可能被运用到一些非 5G 网络中。

未来地面 5G 将具备完善产业链、巨大用户群体、灵活高效的应用服务模式等。因此将卫星通信系统与 5G 网络相互融合，取长补短，共同构成全球无缝覆盖的海、陆、空、天一体化综合通信网，满足用户无处不在的多种业务需求，是未来通信发展的一个重要方向。

参见图 1-C，图 1-C 举例示出卫星通信的场景示意图。卫星具备信号处理能力或者卫星将用户信号透明转发到地面基站实现广域覆盖的通信场景，可以采用与 3GPP LTE/NR 协议兼容的协议栈。用户终端可为普通的移动终端或专用终端，传输过程可遵循 LTE/NR 协议。本申请讨论的方案也可适用于 3GPP LTE/NR 定义的地面移动通信场景，例如用于高铁或飞机等高速移动通信场景，或用于普通的低速移动通信场景。

为了便于理解本申请实施例的技术方案，下面简单介绍本申请实施例涉及的 OAM 相关技术知识。

根据经典电动力学理论，电磁波不仅有沿着传播方向的线性动量，也有垂直于传播方向的角动量。角动量包括描述极化状态的自旋角动量(spin angular momentum, SAM)和描述螺旋相位结构的轨道角动量(orbital angular momentum, OAM)。

一般来说，将相位因子 $e^{il\varphi}$ 添加到波前为平面结构的无线电磁波之中，可得到绕着波束传播方向旋转的、波前为螺旋相位结构的电磁波。其中，波前(wave front)是指波在介质中传播时，某时刻开始位移的质点构成的面。进一步的，绕着波束传播方向旋转的、波前为螺旋相位结构的电磁波可以表示为： $U(r, \varphi) = A(r)e^{il\varphi}$ 。其中， $A(r)$ 表示电磁波的幅度， r 表示到波束中心轴线的辐射距离， φ 是方位角， l 是电磁波的 OAM 模态数。其中， l 是一个不受限的整数，且 l 为光束沿轴向传播一个波长范围时其螺旋波前旋转 2π 的次数。不同 OAM 模态数的电磁波之间是正交的。因此可以将不同 OAM 模态数的电磁波复用来传输信息，利用 OAM 电磁波之间的正交性极大提升通信系统的容量。

螺旋相位因子 $e^{il\varphi}$ 决定了螺旋波束空间相位分布结构，不同 OAM 模态数对应的螺旋波束的空间结构不同。请参阅图 1-D，图 1-D 是本申请实施例提供的一种具有螺旋状的非平面波前结构电磁波的示意图。图 1-D 举例示出了，OAM 模态数 l 为 0、OAM 模态数 l 为 1、OAM 模态数 l 为 2 和 OAM 模态数 l 为 4 的电磁波形态。其中，OAM 模态数 l 不为 0 的相位因子使得电磁波具有螺旋状的非平面波前结构。

进一步的，携带 OAM 的电磁波是通过 N 个等间距分布在圆周上的相同阵元产生的，阵元是偶极子天线。请参阅图 1-E，图 1-E 是本申请实施例提供的一种阵元排列的示意图。

如图 1-E 所示，相邻阵元用等幅、相位差为 $\Delta\phi = \frac{2\pi l}{N}$ 的激励馈电，其中， l 为 OAM 模态数， N 为阵元的数量，阵元的数量决定能产生的 OAM 模态数的最大值。

一般来说，为了提高分集效果，降低多径衰落的影响，在传输信号之时，可以采用分集技术。比如将某个信号映射到无线帧(radio frame, RF)的多个子帧上进行传输。这种传输方式只是重复的发送同一信号，或者说只是重复发送同一电磁波。进一步的，这些电磁波的电磁场、波长、频率等都相同，但这些电磁波在传输时，不会产生相互作用。因此，电磁场也未得到增强，其信号衰落与单个信号在传输时的信号衰落可能相同。

在一些设计 OAM 波的产生方法中，比如携带 OAM AM 的波束可以通过 N 个阵元的相控圆形阵列来产生，使用偶极子天线作为天线阵元，其中，阵元相互之间等间隔均匀分布排列在圆周上，阵列单元被馈送相同的信号，相邻两个阵元之间保持一定的相位差，基于所述圆形阵列天线结构，能产生 OAM 模态为 l 的 OAM 波。但是对于用户终端来说，不同类型的用户终端具备不同的成本要求，具备不同的能力，因此，如果没有考虑用户终端的 OAM 能力与通信系统如何协商，通信系统如何根据用户终端的 OAM 能力进行合理的调度和传输，那么很可能影响 OAM 通信系统的业务稳定性。

下面介绍一些可行的解决方案。

参见图 2，图 2 为本申请实施例提供的一种基于 OAM 的通信方法的流程示意图。本实施例方案主要应用于寻呼场景。

如图 2 举例所示，一种基于 OAM 的通信方法可以包括：

201. 当核心网需寻呼某用户终端时，核心网可向接入网设备发送寻呼消息，所述寻呼消息携带有用户终端类别或用户终端下行类别。

202. 接入网设备接收来自核心网的寻呼消息，所述接入网设备向所述用户终端发送寻呼指示消息。

其中，所述寻呼指示消息携带有寻呼信道的 OAM 模态数，所述寻呼信道的 OAM 模态数小于或等于所述用户终端支持的下行最大 OAM 模态数，其中，所述用户终端支持的最大 OAM 模态数能够基于所述用户终端类别或用户终端下行类别确定。

203. 用户终端接收来自所述接入网设备的寻呼指示消息，其中，所述寻呼指示消息携带有寻呼信道的 OAM 模态数；所述用户终端按照所述寻呼信道的 OAM 模态数在寻呼信道进行数据解调。

例如用户终端下行类别 (UE DL Category) 包括如下特性中的一种或多种：支持的下行最大传输速率、下行是否支持 64QAM (Quadrature Phase Shift Keying, 正交相移键控) 或支持的下行最大 OAM 模态数等。

例如用户终端类别 (UE Category) 可包括如下特性中的一种或多种：支持的下行最大传输速率、下行空分复用可支持的最大层数、支持的下行最大 OAM 模态数、支持的上行最大传输速率、上行是否支持 64QAM 或支持的上行最大 OAM 模态数等。

研究发现，基于 OAM 的通信系统中，最大传输速率除了跟支持的调制阶数、支持的载波数和支持的多输入多输出的最大层数等相关外，还与支持的 OAM 模态数相关，下面举例一些可能的最大传输速率计算方式。

例如，

$$\text{Max Data Rate-1} = \sum_{l=1}^{L1} \sum_{j=1}^{J1} \left(v_{\text{Layers}}^{(j1)} \cdot Q_m^{(j1)} \cdot f^{(j1)} \cdot R_{\max} \cdot \frac{N_{\text{PRB}}^{BW(j1),\mu} \cdot 12}{T_s^{\mu}} \cdot (1 - OH^{(j1)}) \right)$$

其中，Max Data Rate-1 表示下行最大传输速率；其中，L1 表示所述接入网设备支持的下行 OAM 模态数；J1 表示所述接入网设备支持的下行载波数； $v_{\text{Layers}}^{(j1)}$ 表示不同的下行载波支持的多输入多输出的最大层数； $Q_m^{(j1)}$ 表示不同的下行载波支持的最大调制阶数； $f^{(j1)}$ 表示

不同的下行载波的可调因子。 $R_{\max}$ 表示换算常数, $N_{PRB}^{BW(j1),\mu}$ 表示不同的下行载波的相应带宽下支持的物理资源块数。其中, $OH^{(j1)}$ 表示不同的下行载波下的开销值。其中, T_s^μ 表示平均正交频分复用 (OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 符号时间长度。

5 又例如,

$$\text{Max Data Rate-2} = \sum_{l2=1}^{L2} \sum_{j2=1}^{J2} \left(v_{\text{Layers}}^{(j2)} \cdot Q_m^{(j2)} \cdot f^{(j2)} \cdot R_{\max} \cdot \frac{N_{PRB}^{BW(j2),\mu} \cdot 12}{T_s^\mu} \cdot (1 - OH^{(j2)}) \right)$$

其中, Max Data Rate-2 表示上行最大传输速率; L2 表示所述用户终端支持的上行 OAM 模态数; J2 表示所述用户终端支持的上行载波数; $v_{\text{Layers}}^{(j2)}$ 表示不同的上行载波支持的多输入多输出的最大层数; $Q_m^{(j2)}$ 表示不同的上行载波支持的最大调制阶数; $f^{(j2)}$ 表示不同的上行载波的可调因子; $R_{\max}$ 表示换算常数, $N_{PRB}^{BW(j2),\mu}$ 表示不同的上行载波的相应带宽下支持的物理资源块数; T_s^μ 表示平均正交频分复用 OFDM 符号时间长度; $OH^{(j2)}$ 表示不同的上行载波下的开销值。

当然, 最大传输速率的计算方式并不限于上述举例方式, 还可以增加和/或替换一些参数来进行计算。

15 可以看出, 上述举例方案中, 接入网设备(如基站)接收到核心网发送的寻呼消息, 可获取寻呼消息中携带的用户终端类别或用户终端下行类别, 根据所述用户终端类别或用户终端下行类别, 确定用户终端支持的下行最大 OAM 模态数; 基站根据上行最大 OAM 模态数可选择合适的 OAM 模态给用户终端发送寻呼指示消息, 上述方案使得接入网设备可根据用户终端的类别或用户终端上行类别来选择合适的 OAM 模态发送寻呼指示信息, 这样有利于提高数据传输的准确可靠性。

参见图 3, 图 3 为本申请实施例提供的另一基于 OAM 的通信方法的流程示意图。本实施例方案主要应用于 OAM 模态能力上报场景。

如图 3 举例所示, 另一基于 OAM 的通信方法可以包括:

25 301. 接入网设备向用户终端发送能力查询请求。

其中, 接入网设备可在用户终端上下行同步的过程中或在上下行同步之后, 向用户终端发送能力查询请求, 其中, 所述能力查询请求可用于指示所述用户终端上报其所支持的 OAM 模态等。

30 其中, 接入网设备例如可在接收到来自用户终端的 (RRC, Radio Resource Control) 连接建立请求之后, 向所述用户终端发送能力查询请求。

302. 用户终端在接收到来自接入网设备的能力查询请求后, 生成能力上报消息, 所述能力上报消息携带 OAM 模态能力指示, 所述 OAM 模态能力指示用于指示出所述用户终端支

持的 OAM 模态能力。

303. 所述用户终端向接入网设备发送所述能力上报消息。

5 相应的，所述接入网设备可接收来自所述用户终端的用于响应所述能力查询请求的能力上报消息，所述能力上报消息携带 OAM 模态能力指示，所述 OAM 模态能力指示用于指示出所述用户终端支持的 OAM 模态。接入网设备据此可获知用户终端支持的 OAM 模态能力，所述接入网设备可进一步向核心网上报用户终端支持的 OAM 模态能力。

本实施例中主要以用户终端在接入网设备的请求下，向接入网设备上报用户终端支持的 OAM 模态能力。当然，用户终端也可自行主动上报用户终端支持的 OAM 模态能力，这种场景下的具体实现方式此处不再赘述。

10 其中，所述 OAM 模态能力指示例如包括如下信息中的一种或者多种：所述用户终端支持的上行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的下行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的最大上行 OAM 模态数和是否支持上行负模态、所述用户终端支持的最大下行 OAM 模态数和是否支持下行负模态、所述用户终端支持的上行 OAM 模态初值和上行 OAM 模态间隔、或所述用户终端支持的下行 OAM 模态初值和下行 OAM 模态间隔。

15

参见图 4，图 4 为本申请实施例提供的另一基于 OAM 的通信方法的流程示意图。本实施例方案主要应用于 OAM 模态能力上报场景。

如图 4 举例所示，另一基于 OAM 的通信方法可以包括：

401. 用户终端与接入网设备进行下行同步。

20

其中，接入网设备可采用默认的 OAM 模态数向用户终端发送同步信号。用户终端接收接入网设备发送的同步信号，基于同步信号与接入网设备进行下行同步。

402. 用户终端与接入网设备进行上行同步。

25

其中，用户终端可选择合适的 OAM 模态数发送上行随机接入信号，所述 OAM 模态数可以根据随机接入前导选择，或根据发送随机接入信号的时域和频域位置进行选择。接入网设备接收用户终端的随机接入信号，并向用户终端发送随机接入响应，所述随机接入响应中携带有时间提前量，且所述随机接入响应可采用与下行同步信号相同的 OAM 模态数发送，或采用与下行同步信号有一定的 OAM 模态数间隔的 OAM 模态数发送；用户终端基于来自接入网设备的随机接入响应进行上行同步。

30

403. 用户终端向接入网设备发送 RRC 连接建立请求消息。其中，所述 RRC 连接建立请求消息可采用与上行随机接入信号相同的 OAM 模态数发送，或者采用与上行随机接入信号的 OAM 模态相差一定的 OAM 模态数间隔的 OAM 模态数，或者选择由接入网设备指示的 OAM 模态数发送所述 RRC 连接建立请求消息。

35

404. 接入网设备接收来自用户终端的 RRC 连接建立请求消息，接入网设备通过向用户终端发送 RRC 连接建立请求确认消息来响应用户终端的 RRC 连接建立请求消息，进而完成用户终端的 RRC 连接建立。

405. 接入网设备向用户终端发送能力查询请求。所述能力查询请求可用于指示所述用户终端上报其所支持的 OAM 模态等。

其中，能力查询请求可携带于 RRC 连接建立请求确认消息中，或者能力查询请求也可

以是独立于 RRC 连接建立请求确认消息的另一消息。

其中，接入网设备可以根据其支持的最大 OAM 模态数，来选择合适的 OAM 模态数发送所述能力查询请求，例如接入网设备可在下行控制消息中指示所述能力查询请求所采用的 OAM 模态数。

5 406. 用户终端在接收到来自接入网设备的能力查询请求后生成能力上报消息，所述能力上报消息携带 OAM 模态能力指示，所述 OAM 模态能力指示用于指示出所述用户终端支持的 OAM 模态能力。

407. 所述用户终端向接入网设备发送所述能力上报消息。

10 相应的，所述接入网设备可接收来自所述用户终端的用于响应所述能力查询请求的能力上报消息，所述能力上报消息携带 OAM 模态能力指示，OAM 模态能力指示用于指示出所述用户终端支持的 OAM 模态能力。接入网设备据此可获知用户终端支持的 OAM 模态能力，所述接入网设备可进一步向核心网上报用户终端支持的 OAM 模态能力。

15 其中，所述 OAM 模态能力指示例如包括如下信息中的一种或者多种：所述用户终端支持的上行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的下行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的最大上行 OAM 模态数和是否支持上行负模态、所述用户终端支持的最大下行 OAM 模态数和是否支持下行负模态、所述用户终端支持的上行 OAM 模态初值和上行 OAM 模态间隔、或所述用户终端支持的下行 OAM 模态初值和下行 OAM 模态间隔。

20 具体例如，用户终端支持的下行 OAM 模态集合可记录于 OAM 模态列表。比如 UE 支持 2 个 OAM 模态，用户终端上报的 OAM 模态列表可表示为 $l = \{1, 2\}$ ，或 $l = \{-1, 1\}$ ；若 UE 支持 4 个 OAM 模态，用户终端上报的 OAM 模态列表可表示为 $l = \{1, 2, 3, 4\}$ ，或 $\{-2, -1, 1, 2\}$ ，其中 l 表示 OAM 模态值，以此类推。

25 又具体例如，用户终端支持的 OAM 模态可以用 UE 支持的 OAM 模态初值和 OAM 模态间隔来表示。比如 UE 支持的 OAM 模态数为 4，初始 OAM 模态数为 1，OAM 模态间隔 Δl 为 1，则 UE 支持的 OAM 模态为 $l = \{1, 2, 3, 4\}$ ；比如 UE 支持的 OAM 模态数为 4，初始 OAM 模态为 1，OAM 模态间隔 Δl 为 2，则 UE 支持的 OAM 模态数为 $l = \{1, 3, 5, 7\}$ ，以此类推。

30 又例如，UE 在 OAM 能力上报中上报其支持的最大 OAM 模态数和是否支持负模态(或者是否支持负模态在系统中进行协议规定)。例如，OAM 模态间隔为默认值 1，比如 UE 上报支持的最大 OAM 模态数为 2，如果不支持负模态，则 UE 支持的 OAM 模态数为 $l = \{1, 2\}$ ，如果支持负模态，UE 支持的 OAM 模态数为 $l = \{-1, 1\}$ ；比如 UE 上报支持的最大 OAM 模态数为 4，如果不支持负模态，则 UE 支持的 OAM 模态数为 $l = \{1, 2, 3, 4\}$ ，如果 UE 支持负模态，则 UE 支持的 OAM 模态数为 $\{-2, -1, 1, 2\}$ ，以此类推。

35 可以看出，上述举例方案中，用户终端可在进行下行同步和上行同步后，响应接入网设备的 UE 能力查询请求，而向接入网设备上报用户终端的 OAM 模态能力，所述用户终端的 OAM 模态能力可以包括用户终端支持的 OAM 模态集合，或用户终端支持的最大 OAM 模态数和是否支持负模态，或用户终端支持的 OAM 模态初值和 OAM 模态间隔。这个方案有利于使接入网设备了解不同用户终端的 OAM 模态能力(如用户终端所支持的 OAM 模态数)，进而可在后续通信过程中，根据用户终端支持的 OAM 模态实现合理的调度传输，进而有利于实现不同 OAM 模态的复用从而提高系统容量。

下面对接入网设备和用户终端之间基于 OAM 进行通信的一些具体过程进行举例。这些具体过程可发生在用户终端上报 OAM 模态能力之前或之后。

参阅图 5-A，图 5-A 是本申请实施例提供的另一种基于 OAM 的通信方法的示意图。另一种基于 OAM 的通信方法可包括：

501. 接入网设备为无线帧的至少两个子帧确定 OAM 模态。

其中，所述至少两个子帧中的每个子帧映射有至少一个符号。

进一步的，所述至少一个符号可以是第一信号的至少一个复数符号。复数符号为采用 QPSK 进行调制后的调制符号。比如，某个复数符号为： $\frac{1}{\sqrt{2}} - j \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$ ，j 为虚数单位。

进一步的，所述第一信号可为在 BCH 上传输的第一比特序列。其中，所述第一信号包括以下至少一种：系统帧号(system frame number, SFN)、频点、带宽、频率和系统支持的 OAM 模态数量。进一步的，系统支持的 OAM 模态数量用于表示系统支持的 OAM 模态序列中 OAM 模态的个数。具体比如说，系统支持的 OAM 模态数量可以为第一 OAM 模态序列所对应的 OAM 模态数量。

进一步的，参阅图 5-B，图 5-B 是本申请实施例提供的一种比特序列经过处理后映射到无线帧的示意图。如图 5-B 所示，可以看出，接入网络设备根据所述第一比特序列生成循环冗余校验(cyclic redundancy check, CRC)码；接入网络设备将 CRC 码附着在所述第一比特序列，以得到第二比特序列；接入网络设备对所述第二比特序列进行信道编码，以得到第三比特序列。其中，信道编码包括以下一种：卷积编码、极化编码或低密度奇偶校验码；接入网络设备对所述第三比特序列进行速率匹配，以得到第四比特序列；接入网络设备采用加扰比特序列对所述第四比特序列进行加扰，以得到第五比特序列，其中，所述加扰比特序列是根据小区识别码生成，小区识别码不同，加扰比特序列也不同。举例来说，所述第四比特序列为 $b(i)$ ， $b(i)$ 为 $b(0), \dots, b(M_{bit} - 1)$ ，其中， M_{bit} 为所述第四比特序列的比特数量。所述加扰比特序列为 $c(i)$ ，所述第五比特序列为 $\tilde{b}(i)$ 。则所述第五比特序列可以表示为： $\tilde{b}(i) = (b(i) + c(i)) \bmod 2$ 。接着，接入网络设备对所述第五比特序列进行调制，以得到所述第一信号的至少一个复数符号。

进一步的，接入网络设备采用 QPSK 对所述第五比特序列进行调制。具体的，QPSK 调制请参阅图 5-C 所示表格。

可以看出，图 5-C 所示表格中， $\tilde{b}(i)$ 和 $\tilde{b}(i + 1)$ 这一组比特序列在四种组合下，可得到四个复数符号。比如，比特“01”对应的复数符号为 $\frac{1}{\sqrt{2}} - j \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$ ，其中，j 为虚数单位。又比如比特“11”对应的复数符号为 $-\frac{1}{\sqrt{2}} - j \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$ 。进一步的，表 1 中，I 为实部，Q 为虚部。可以理解的，复数符号满足以下公式： $x = I + j \cdot Q$ ，其中， x 为复数符号。

进一步的，接入网络设备将所述第一信号的至少一个复数符号映射到无线帧的至少两个子帧上。参阅图 5-B，可以看出，接入网络设备将所述第一信号的至少一个复数符号映射到无线帧的四个子帧上，还为这四个子帧确定了四个不同的 OAM 模态。比如，子帧 A 对

应 OAM 模态 I1、子帧 B 对应 OAM 模态 I2、子帧 C 对应 OAM 模态 I3、子帧 D 对应 OAM 模态 I4。

进一步的，所述至少两个子帧中的每个子帧对应所述第一信号的一个复数符号且所述至少两个子帧中每个子帧对应的复数符号可以全部相同，也可部分相同，还可互不相同。

比如所述至少两个子帧包括子帧 A、子帧 B 和子帧 C，那么情况一可以是：子帧 A、子
5 帧 B 和子帧 C 对应的复数符号都是 $\frac{1}{\sqrt{2}} - j \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$ 。情况二可为：子帧 A 对应的复数符号是 $-\frac{1}{\sqrt{2}} - j \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$ ，子帧 B 和子帧 C 对应的复数符号是 $\frac{1}{\sqrt{2}} - j \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$ 。情况三为：子帧 A 对应的复数符号是 $-\frac{1}{\sqrt{2}} - j \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$ ，子帧 B 对应的复数符号是 $\frac{1}{\sqrt{2}} + j \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$ 、子帧 C 对应的复数符号是 $\frac{1}{\sqrt{2}} - j \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$ 。

其中，所述至少一个符号中的每个符号还可以包括以下一种：PSS 或 SSS。PSS 可用于终端设备进行下行同步，SSS 可用于终端设备进行小区搜索。

10 进一步的，参阅图 5-D，其中，图 5-D 是本申请实施例提供的一种符号映射到无线帧的示意图。如图 5-D 所示，可以看出，在无线帧的两个子帧中的每个子帧上均映射有 PSS 和 SSS 等等。另外，这两个子帧分别对应 OAM 模态 I1 和 OAM 模态 I2。即，同一个子帧中的 PSS 和 SSS 采用相同的 OAM 模态传输。

进一步的，所述至少两个子帧中的每个子帧对应 PSS 和 SSS，且所述至少两个子帧中
15 每个子帧对应 PSS 和 SSS 相同。举例来说，所述至少两个子帧包括子帧 A 和子帧 B，那么子帧 A 对应 PSS 和 SSS，子帧 B 对应 PSS 和 SSS。进一步的，子帧 A 对应的 PSS 和子帧 B 对应的 PSS 相同，且子帧 A 对应的 SSS 和子帧 B 对应的 SSS 相同。

可以理解的，接入网络设备可以不为其他子帧确定 OAM 模态，也可以为其他子帧确定
20 OAM 模态。其他子帧是所述无线帧中未映射有第一信号的一个复数符号的至少一个子帧，或其他子帧是无线帧中未映射有 PSS 和 SSS 的至少一个子帧，在本申请中不做限制。另外，接入网络设备在为其他子帧确定 OAM 模态时，可以沿用本申请涉及的内容，在此不做限制。

可选的，在一种可能的实施方式中，所述至少两个子帧的相邻子帧对应的 OAM 模态可以不同。

其中，相邻子帧包括发送时间相邻的子帧，所述发送时间为发送子帧的时间。

25 举例来说，例如无线帧包括三个子帧，这三个子帧分别为子帧 A、子帧 B 和子帧 C。进一步的，假设子帧 A、子帧 B 和子帧 C 均映射有所述第一信号的一个复数符号。发送子帧 A 的时间为 2019 年 11 月 7 日 14:32:05，发送子帧 B 的时间为 2019 年 11 月 7 日 14:32:07，发送子帧 C 的时间为 2019 年 11 月 7 日 14:32:10。可以看出，子帧 A 的发送时间最早，子帧 B 是在子帧 A 发送之后发送的。因此子帧 A 和子帧 B 为相邻子帧。而子帧 C 是在子帧 B
30 发送之后发送的。因此子帧 B 和子帧 C 为相邻子帧。进一步的，子帧 A 可以对应 OAM 模态 I1、子帧 B 可以对应 OAM 模态 I2、子帧 C 可以对应 OAM 模态 I1；或者子帧 A 可以对应 OAM 模态 -I1、子帧 B 可以对应 OAM 模态 I2、子帧 C 可以对应 OAM 模态 I3，关于子帧 A、子帧 B 和子帧 C 分别对应的 OAM 模态在此本申请不做限制。

可以看出，上述举例方案中，由于至少两个子帧的相邻子帧对应的 OAM 模态不同，从
35 而实现在发送至少两个子帧时电磁波产生相互作用，从而增强电磁场，减少了信号衰落，提高了分集效果。

可选的，在一种可能的实施方式中，所述至少两个子帧的每个子帧对应的 OAM 模态可以不同。例如该无线帧包括三个子帧，这三个子帧分别为子帧 A、子帧 B 和子帧 C，那么，子帧 A 可以对应 OAM 模态 l_1 、子帧 B 可以对应 OAM 模态 l_2 、子帧 C 可以对应 OAM 模态 l_3 。

可以看出，由于至少两个子帧的每个子帧对应的 OAM 模态不同，从而可以实现在发送至少两个子帧时，电磁波产生相互作用，从而增强电磁场，减少了信号衰落，进而提高了分集效果。

可以理解的，所述无线帧包括第一子帧、第二子帧、第三子帧和第四子帧，所述第一子帧与所述第二子帧为相邻子帧；所述第二子帧和所述第三子帧为相邻子帧；所述第三子帧和所述第四子帧为相邻子帧。在一种可能的实施方式中，所述第二子帧对应的 OAM 模态、所述第三子帧对应的 OAM 模态和所述第四子帧对应的 OAM 模态均与所述第一子帧对应的 OAM 模态有关联关系。比如，所述第一子帧对应的 OAM 模态为 l_1 ，所述第二子帧对应的 OAM 模态为 $l_1 + \Delta l$ 、第三子帧对应的 OAM 模态为 $l_1 + 2\Delta l$ 、第四子帧对应的 OAM 模态为 $l_1 + 3\Delta l$ 。 Δl 为系统支持的 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值。在另一种可能的实施方式中，所述第三子帧对应的 OAM 模态与所述第一子帧对应的 OAM 模态有关联关系，所述第四子帧对应的 OAM 模态均与所述第二子帧对应的 OAM 模态有关联关系。比如，所述第一子帧对应的 OAM 模态为 l_1 ，所述第二子帧对应的 OAM 模态为 l_2 、所述第三子帧对应的 OAM 模态为 $l_1 + 2\Delta l$ 、所述第四子帧对应的 OAM 模态为 $-l_2$ 。

可选的，在一种可能的实施方式中，所述至少两个子帧中的每个子帧所对应的 OAM 模态均满足以下公式： $(ml + n\Delta l)$ ；其中，所述 m 和所述 n 均为整数，所述 l 为第一 OAM 模态序列中的一个 OAM 模态，在第一 OAM 模态序列所对应的 OAM 模态数量为 1 时，所述 Δl 为 0，在第一 OAM 模态序列所对应的 OAM 模态数量大于或等于 2 时，所述 Δl 为所述第一 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值。

举例来说，无线帧中的子帧 A 对应的 OAM 模态可为 l ，也可为 $2l$ ，也可为 $(5l + \Delta l)$ 或还可以为 $(5l - 2\Delta l)$ 。

其中，所述第一 OAM 模态序列所对应的 OAM 模态数量为所述第一 OAM 模态序列中 OAM 模态的个数。

其中，所述第一 OAM 模态序列为系统支持的 OAM 模态序列。

举例来说，当第一 OAM 模态序列为 $\{2\}$ ，那么，第一 OAM 模态序列所对应的 OAM 模态数量为 1。进一步的，无线帧中的子帧 A 对应的 OAM 模态可以为 2，也可以为 3×2 ，即 6。又举例来说，第一 OAM 模态序列为 $\{1, 2, 3, 4\}$ ，那么，第一 OAM 模态序列所对应的 OAM 模态数量为 4，第一 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值为 1。进一步的，无线帧中的子帧 A 对应的 OAM 模态可以是第一 OAM 模态序列中的任意一个 OAM 模态；子帧 A 对应的 OAM 模态也可以为 3×2 ，即 6；子帧 A 对应的 OAM 模态也可以为 $3 \times 2 + 2 \times 1$ ，即 8；子帧 A 对应的 OAM 模态也可以为 $2 \times 2 - 5 \times 1$ ，即 -1。

可以看出，上述技术方案中，通过让所述至少两个子帧中的每个子帧所对应的 OAM 模态均满足上述公式，丰富了每个子帧所对应的 OAM 模态的确定方式。

可选的，在一种可能实施方式中，所述第一 OAM 模态序列包括 k 个 OAM 模态，在所述 k 为 1 时，所述 k 个 OAM 模态中的每个 OAM 模态为非零整数；在所述 k 大于或等于 2 时，

所述 k 个 OAM 模态中的每个 OAM 模态为非零整数且所述 k 个 OAM 模态之间互不相同。

举例来说，第一 OAM 模态序列包括 1 个 OAM 模态，第一 OAM 模态序列可以为 $\{2\}$ ，或也可以为 $\{-8\}$ ；第一 OAM 模态序列包括 3 个 OAM 模态，第一 OAM 模态序列可以为 $\{1, 2, 3\}$ ，或也可以为 $\{-1, 1, 2\}$ ，也可以为 $\{-6, -4, -2\}$ 。

5 可以看出，上述方案中，实现根据第一 OAM 模态序列包括的 OAM 模态个数的不同，确定第一 OAM 模态序列包括的 OAM 模态，为后续提高分集效果做准备。

在一种可能实施方式中，在所述 k 为大于或等于 2 的偶数时，所述第一 OAM 模态序列包括 $\frac{k}{2}$ 对 OAM 模态。在所述 k 为大于 2 的奇数时，第一 OAM 模态序列包括 $\frac{k-1}{2}$ 对 OAM 模态。

所述 $\frac{k}{2}$ 对 OAM 模态和所述 $\frac{k-1}{2}$ 对 OAM 模态中的每对 OAM 模态在波前相位上相反。

10 举例来说，在 k 为 2 之时，第一 OAM 模态序列可以为 $\{-1, 1\}$ ，其中，1 和 -1 为一对 OAM 模态，且 1 和 -1 在波前相位上相反。在 k 为 3 时，第一 OAM 模态序列可为 $\{-2, 2, 4\}$ ，2 和 -2 为一对 OAM 模态，且 2 和 -2 在波前相位上相反。

可以理解的，波前相位上相反所对应的 OAM 模态，可以是接入网络设备配置的或者预先设定的。举例来说，在所述 k 为 2 时，第一 OAM 模态序列可以为 $\{-1, 5\}$ ，其中，5 和 -1 15 为一对 OAM 模态，且 5 和 -1 在波前相位上相反。也就是说，接入网络设备可以任意配置两个不同的 OAM 模态为一对在波前相位上相反的 OAM 模态。进一步的，接入网络设备可以任意配置两个互为相反数的 OAM 模态为一对在波前相位上相反的 OAM 模态。

可以看出，上述技术方案中，实现在第一 OAM 模态序列包括的 OAM 模态个数不同时，第一 OAM 模态序列包括的 OAM 模态对数的确定，同时，确定了每对 OAM 模态在波前相位上 20 相反，从而为后续提高分集效果做准备。

502. 接入网络设备发送所述至少两个子帧。

相应地，终端设备接收包括上述至少两个子帧的无线帧。其中，所述至少两个子帧中的每个子帧映射有至少一个符号，所述至少两个子帧中的每个子帧对应的 OAM 模态之间存在关联关系。

25 503. 终端设备根据所述至少两个子帧中的每个子帧对应的 OAM 模态之间的关联关系，解调所述无线帧。

可以理解的，终端设备通过解调所述无线帧可获取至少一个符号。进一步的，当终端设备获取 PSS 和 SSS 时，可采用 PSS 进行下行同步，采用 SSS 进行小区搜索。进一步的，当终端获取第一信号的至少一个复数符号之时，可以基于第一信号的至少一个复数符号进行 30 随机接入，以完成上行同步并与接入网络设备建立 RRC 连接。

可以看出，上述技术方案中，通过为至少两个子帧确定 OAM 模态，同时让至少两个子帧中的每个子帧对应的 OAM 模态之间存在关联关系，从而实现在发送至少两个子帧的过程中电磁波产生相互作用，从而增强电磁场，减少了信号衰落，进而有利于提高了分集效果。

35 参阅图 6-A，图 6-A 是本申请实施例提供的另一种基于 OAM 的通信方法的示意图。另一种基于 OAM 的通信方法可包括：

601. 接入网络设备为无线帧的至少两个子帧确定 OAM 模态。

其中，可参考图 4 所示实施例的 401，在此不加赘述。

602. 接入网络设备发送第一信息。其中，所述第一信息包括第一字段和所述第一 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态，所述第一字段用于指示所述 Δl ，或，所述第一字段用于复用指示所述 Δl 和第一子载波间隔。

5 举例来说，请参阅图 6-B 所示表格，图 6-B 所示表格为本申请实施例提供的一种第一字段指示 Δl 的示意图。可以看出，图 6-B 所示表格中采用 2 个比特，即 (00, 01, 10, 11) 来分别指示不同的 Δl 。比如，00 指示 Δl 为 1；11 指示 Δl 为 8。

又举例来说，参阅图 6-C 所示表格，图 6-C 所示表格为本申请实施例提供的一种第一字段指示 Δl 和子载波间隔的示意图。

10 可以看出，图 6-C 所示表格之中，采用 2 个比特，即 (00, 01, 10, 11) 来分别复用指示不同的 Δl 和子载波间隔。比如，00 即指示 Δl 为 1，也指示子载波间隔为 15 khz；11 即指示 Δl 为 8，也指示子载波间隔为 120 khz。

15 可以理解的，终端设备接收第一信息，所述第一信息包括第一字段和所述第一 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态，所述第一字段用于指示所述 Δl ，或，所述第一字段用于复用指示所述 Δl 和第一子载波间隔。

可以看出，上述技术方案中，实现让终端获取第一信息。同时，通过采用第一字段指示 Δl 或复用指示 Δl 和第一子载波间隔，节省开销。

20 可选的，针对接入网络设备来说，在一种可能的实施方式中，发送第一信息包括：通过系统信息块、无线资源控制信令或下行控制信息发送所述第一信息。可以看出，上述技术方案中，丰富了发送第一信息的方式。

可以理解的，针对终端设备来说，在一种可能的实施方式中，接收第一信息包括：通过系统信息块、无线资源控制信令或下行控制信息接收所述第一信息。可以看出，上述技术方案中，丰富了获取第一信息的方式。

其中，步骤 602 也可以发生在步骤 601 之前。

25 603. 接入网络设备发送所述至少两个子帧。

相应地，终端设备接收包括上述至少两个子帧的无线帧。

604. 终端设备根据所述至少两个子帧中的每个子帧对应的 OAM 模态之间的关联关系，解调所述无线帧。

605 接入网络设备获取上行参考信号的频率偏移。

30 其中，上行参考信号包括 DMRS 和/或 SRS。

若所述上行参考信号的频率偏移小于或等于第一频率偏移时，执行步骤 606。若所述上行参考信号的频率偏移大于所述第一频率偏移时，执行步骤 607。其中，第一频率偏移由接入网络设备配置的或预先设定的。

35 进一步的，若上行参考信号的频率偏移等于第一频率偏移时，可执行步骤 606，也可以执行步骤 607。可以理解的，若所述上行参考信号的频率偏移等于第一频率偏移时，接入网络设备可以优先发送第二 OAM 模态序列，或，所述第二 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态和所述第二 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值；接入网络设备也可以优先发送第三 OAM 模态序列，或，所述第三 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态和所述第三 OAM 模态序列

中相邻 OAM 模态之间的差值。具体的优先情况，在本申请不做限制。

其中，所述第二 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值小于所述第一 OAM 模态间隔中相邻 OAM 模态之间的差值。

其中，所述第三 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值大于所述第一 OAM 模态中相邻 OAM 模态之间的差值，且所述第三 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值大于所述第二 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值。

606. 接入网络设备发送第二 OAM 模态序列，或，所述第二 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态和所述第二 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值。

举例来说，第二 OAM 模态序列为{2}，那么，接入网络设备发送{2}；第二 OAM 模态序列为{1, 3, 5, 7}，那么，接入网络设备可以发送{1, 3, 5, 7}，也可以发送 1 和 2，1 为第二 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态，2 为第二 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值。

相应地，终端设备接收第二 OAM 模态序列，或所述第二 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态和所述第二 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值。

举例来说，终端设备可能会接收到第二 OAM 模态序列。比如第二 OAM 模态序列为{2}或第二 OAM 模态序列为{1, 3, 5, 7}。终端设备可能会接收到第二 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态和第二 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值。比如，第二 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态为 1，第二 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值为 2。

607. 接入网络设备发送第三 OAM 模态序列，或所述第三 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态和所述第三 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值。

举例来说，第三 OAM 模态序列为{2}，那么，接入网络设备发送{2}；第三 OAM 模态序列为{1, 3, 5, 7}，那么，接入网络设备可以发送{1, 3, 5, 7}，也可以发送 1 和 2，1 为第三 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态，2 为第三 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值。

相应地，终端设备接收第三 OAM 模态序列，或，所述第三 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态和所述第三 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值。

举例来说，终端设备可能会接收到第三 OAM 模态序列。比如，第三 OAM 模态序列为{2}或者第三 OAM 模态序列为{1, 3, 5, 7}。终端设备可能会接收到第三 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态和第三 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值。比如，第三 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态为 1，第三 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值为 2。

可以看出，上述技术方案中，通过为至少两个子帧确定 OAM 模态，同时，让至少两个子帧中的每个子帧对应的 OAM 模态之间存在关联关系，从而实现在发送至少两个子帧的过程中，电磁波产生相互作用，从而增强电磁场，减少了信号衰落，提高了分集效果。

进一步的，还实现了让终端获取第一信息。同时，通过采用第一字段指示 Δl 或复用指示 Δl 和第一子载波间隔，节省开销。另外，还提高了信号传输的可靠性。

可选的，针对接入网络设备来说，在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：发送第二信息，所述第二信息包括第二字段和所述第二 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态，或所述第二信息包括所述第二字段和所述第三 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态；其中，所述第二字段用于指示所述第二 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值或所述第三 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值；或，所述第二字段用于复用指示所述第二 OAM 模态序列中

相邻 OAM 模态之间的差值和第二子载波间隔，或，所述第三 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值和第三子载波间隔。

举例来说，第二 OAM 模态序列为{2}，那么，第二信息为第二字段；第二 OAM 模态序列为{1, 3, 5, 7}，那么，第二信息包括第二字段和第二 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态。

5 进一步的，1 为第二 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态。第二字段用于指示第二 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值，即 2。假设第二子载波间隔为 15 千赫兹 khz，第二字段用于复用指示第二 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值和第二子载波间隔，即 2 和 15khz。

又举例来说，第三 OAM 模态序列为{2}，那么，第二信息为第二字段；第三 OAM 模态序列为{1, 3, 5, 7}，那么第二信息包括第二字段和第三 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态。

10 进一步的，1 为第三 OAM 模态序列中的初始 OAM 模态。第二字段用于指示第三 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值，即 2。假设第三子载波间隔为 15khz，第二字段用于复用指示第三 OAM 模态序列中相邻 OAM 模态之间的差值和第三子载波间隔，即 2 和 15 khz。

相应的，终端设备接收所述第二信息。

15 进一步的，接入网络设备可以通过系统信息块、无线资源控制信令或下行控制信息发送所述第二信息。相应的，终端设备可以通过系统信息块、无线资源控制信令或下行控制信息接收所述第二信息。

可以看出，上述技术方案中，实现让终端获取第二信息。同时，通过采用第二字段指示或复用指示不同的信息，节省开销。同时，丰富了第二信息的获取方式。

20 下面介绍一些设备实施例。

参见图 7，本申请实施例提供一种用户终端 700。接入网设备 700 可包括：生成单元 710 和通信单元 720。

其中，生成单元 710，用于生成能力上报消息，其中，所述能力上报消息携带 OAM 模态能力指示，所述 OAM 模态能力指示用于指示出所述用户终端支持的 OAM 模态能力。

25 通信单元 720，用于向接入网设备发送所述能力上报消息。

举例来说，所述 OAM 模态能力指示包括如下信息中的一种或者多种：所述用户终端支持的上行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的下行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的最大上行 OAM 模态数和是否支持上行负模态、所述用户终端支持的最大下行 OAM 模态数和是否支持下行负模态、所述用户终端支持的上行 OAM 模态初值和上行 OAM 模态间隔、或所述
30 用户终端支持的下行 OAM 模态初值和下行 OAM 模态间隔。

其中，用户终端 700 的各功能单元的功能实现细节，例如可参考图 3 或图 4 所对应实施例所提供方法的相关细节描述，此处不再赘述。

35 参见图 8，本申请实施例提供一种接入网设备 800。接入网设备 800 可包括：接收单元 820 和发送单元 810。

发送单元 810，用于向用户终端发送能力查询请求。

接收单元 820，用于接收用于响应所述能力查询请求的能力上报消息，所述能力上报消息携带 OAM 模态能力指示，其中，所述 OAM 模态能力指示用于指示出所述用户终端支持

的 OAM 模态能力。

举例来说，所述 OAM 模态能力指示包括如下信息中的一种或者多种：所述用户终端支持的上行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的下行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的最大上行 OAM 模态数和是否支持上行负模态、所述用户终端支持的最大下行 OAM 模态数和是否支持下行负模态、所述用户终端支持的上行 OAM 模态初值和上行 OAM 模态间隔、或所述用户终端支持的下行 OAM 模态初值和下行 OAM 模态间隔。

其中，接入网设备 800 的各功能单元的功能实现细节，例如可参考图 3 或图 4 所对应实施例所提供方法的相关细节描述，此处不再赘述。

10 参见图 9，本申请实施例提供一种用户终端 900，可包括：

相互耦合的处理器 910 和存储器 920。其中，所述处理器 910 用于调用所述存储器 920 中存储的计算机程序，以执行本申请实施例中可由用户终端执行的任意一种方法的部分或全部步骤。

15 参见图 10，本申请实施例提供一种接入网设备 1000，包括：相互耦合的处理器 1010 和存储器 1020；所述处理器 1010 用于调用所述存储器 1020 中存储的计算机程序，以执行本申请实施例中可由接入网设备执行的任意一种方法的部分或全部步骤。

20 参见图 11，本申请实施例提供一种接入网设备 1100。接入网设备 1100 可包括：接收单元 1110 和发送单元 1120。

其中，接收单元 1110，用于接收来自核心网的寻呼消息，所述寻呼消息携带有用户终端类别或用户终端下行类别。

25 发送单元 1120，用于向所述用户终端发送寻呼指示消息，所述寻呼指示消息携带有寻呼信道的 OAM 模态数，所述寻呼信道的 OAM 模态数小于或等于所述用户终端的下行最大 OAM 模态数。其中，所述用户终端的最大 OAM 模态数能够基于所述用户终端类别或用户终端下行类别确定。

例如用户终端下行类别 (UE DL Category) 包括如下特性中的一种或多种：下行最大传输速率、下行是否支持 64QAM (Quadrature Phase Shift Keying, 正交相移键控) 或下行最大 OAM 模态数等。

30 用户终端类别 (UE Category) 可包括如下特性中的一种或多种：下行最大传输速率、下行空分复用可支持的最大层数、下行最大 OAM 模态数、上行最大传输速率、上行是否支持 64QAM 或上行最大 OAM 模态数等。

35 研究发现，基于 OAM 的通信系统中，最大传输速率除了跟支持的调制阶数、支持的载波数和支持的多输入多输出的最大层数等相关外，还与支持的 OAM 模态数相关，下面举例一些可能的最大传输速率计算方式。

例如，

$$\text{Max Data Rate-1} = \sum_{l=1}^{L1} \sum_{j=1}^{J1} \left(v_{\text{Layers}}^{(j1)} \cdot Q_m^{(j1)} \cdot f^{(j1)} \cdot R_{\text{max}} \cdot \frac{N_{\text{PRB}}^{BW(j1),\mu} \cdot 12}{T_s^\mu} \cdot (1 - OH^{(j1)}) \right)$$

其中，Max Data Rate-1 表示下行最大传输速率；其中，L1 表示所述接入网设备支持的下行 OAM 模态数；J1 表示所述接入网设备支持的下行载波数； $v_{Layers}^{(j1)}$ 表示不同的下行载波支持的多输入多输出的最大层数； $Q_m^{(j1)}$ 表示不同的下行载波支持的最大调制阶数； $f^{(j1)}$ 表示不同的下行载波的可调因子。 R_{max} 表示换算常数， $N_{PRB}^{BW(j1),\mu}$ 表示不同的下行载波的相应带宽下支持的物理资源块数。其中， $OH^{(j1)}$ 表示不同的下行载波下的开销值。其中， T_s^μ 表示平均正交频分复用 (OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 符号时间长度。

又例如，

$$\text{Max Data Rate-2} = \sum_{l2=1}^{L2} \sum_{j2=1}^{J2} \left(v_{Layers}^{(j2)} \cdot Q_m^{(j2)} \cdot f^{(j2)} \cdot R_{max} \cdot \frac{N_{PRB}^{BW(j2),\mu} \cdot 12}{T_s^\mu} \cdot (1 - OH^{(j2)}) \right)$$

其中，Max Data Rate-2 表示上行最大传输速率；L2 表示所述用户终端支持的上行 OAM 模态数；J2 表示所述用户终端支持的上行载波数； $v_{Layers}^{(j2)}$ 表示不同的上行载波支持的多输入多输出的最大层数； $Q_m^{(j2)}$ 表示不同的上行载波支持的最大调制阶数； $f^{(j2)}$ 表示不同的上行载波的可调因子； R_{max} 表示换算常数， $N_{PRB}^{BW(j2),\mu}$ 表示不同的上行载波的相应带宽下支持的物理资源块数； T_s^μ 表示平均正交频分复用 OFDM 符号时间长度； $OH^{(j2)}$ 表示不同的上行载波下的开销值。

其中，接入网设备 1100 的各功能单元的功能实现细节，例如可参考图 2 所对应实施例所提供方法的相关细节描述，此处不再赘述。

参见图 12，本申请实施例提供一种用户终端 1200。接入网设备 1200 可包括：通信单元 1210 和寻呼处理单元 1220。

通信单元 1210，接收来自接入网设备的寻呼指示消息，所述寻呼指示消息携带有寻呼信道的 OAM 模态数。其中，所述寻呼信道的 OAM 模态数小于或等于所述用户设备支持的下行最大 OAM 模态数。

寻呼处理单元 1220，用于所述用户终端按照所述寻呼信道的 OAM 模态数在寻呼信道进行数据解调。

其中，用户终端 1200 的各功能单元的功能实现细节，例如可参考图 2 所对应实施例所提供方法的相关细节描述，此处不再赘述。

参见图 13，本申请实施例提供一种通信装置 1300，包括：

至少一个输入端 1310、信号处理器 1320 和至少一个输出端 1330；

其中，所述信号处理器 1320，用于执行本申请实施例中可由接入网设备或用户终端执

行的任意一种方法的部分或全部步骤。

参见图 14，本申请实施例提供一种通信装置 1400，包括：输入接口电路 1410，逻辑电路 1420 和输出接口电路 1430。所述逻辑电路 1420 用于执行本申请实施例中可由接入网设备或用户终端执行的任意一种方法的部分或全部步骤。

本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被硬件(如处理器)执行时能够完成本申请实施例中可由接入网设备执行的任意一种方法的部分或全部步骤。

本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被硬件(如处理器)执行时能够完成本申请实施例中可由接入网设备执行的任意一种方法的部分或全部步骤。

本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被硬件(例如处理器等)执行，以实现本申请实施例中由任意设备执行的任意一种方法的部分或全部步骤。

本申请实施例还提供了一种包括指令的计算机程序产品，当所述计算机程序产品在计算机设备上运行时，使得所述这个计算机设备执行以上各方面的任意一种方法的部分或者全部步骤。

在上述实施例中，可全部或部分地通过软件、硬件、固件、或其任意组合来实现。当使用软件实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机程序指令时，全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输，例如，所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线(例如同轴电缆、光纤、数字用户线)或无线(例如红外、无线、微波等)方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质(例如软盘、硬盘、磁带)、光介质(例如光盘)、或者半导体介质(例如固态硬盘)等。在上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中未详述的部分，可以参见其他实施例的相关描述。

在上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中未详述的部分，可以参见其他实施例的相关描述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的装置，也可以通过其它的方式实现。例如以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可结合或者可

以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的间接耦合或者直接耦合或通信连接可以通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性或其它的形式。

5 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者，也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例的方案的目的。

10 另外，在本申请各实施例中的各功能单元可集成在一个处理单元中，也可以是各单元单独物理存在，也可两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，或者也可以采用软件功能单元的形式实现。

15 所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可为个人计算机、服务器或者网络设备等）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质例如可包括：U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、磁碟或光盘等各种可存储程序代码的介质。

权 利 要 求

1. 一种基于轨道角动量 OAM 的通信方法，其特征在于，包括：

接入网设备接收来自核心网的寻呼消息，其中，所述寻呼消息携带有用户终端类别或用户终端下行类别；

5 所述接入网设备向所述用户终端发送寻呼指示消息，其中，所述寻呼指示消息携带有寻呼信道的 OAM 模态数，所述寻呼信道的 OAM 模态数小于或等于所述用户终端支持的下行最大 OAM 模态数，其中，所述用户终端支持的下行最大 OAM 模态数能够基于所述用户终端类别或用户终端下行类别确定。

10 2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述用户终端下行类别包括如下特性中的一种或多种：支持的下行最大传输速率、下行是否支持 64QAM、或者支持的下行最大 OAM 模态数。

15 3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述用户终端类别包括如下特性中的一种或多种：支持的下行最大传输速率、支持的下行空分复用可支持的最大层数、支持的下行最大 OAM 模态数、支持的上行最大传输速率、上行是否支持 64QAM、或支持的上行最大 OAM 模态数。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的方法，其特征在于，

$$\text{Max Data Rate-1} = \sum_{l1=1}^{L1} \sum_{j1=1}^{J1} \left(v_{\text{Layers}}^{(j1)} \cdot Q_m^{(j1)} \cdot f^{(j1)} \cdot R_{\max} \cdot \frac{N_{\text{PRB}}^{BW(j1),\mu} \cdot 12}{T_s^\mu} \cdot (1 - OH^{(j1)}) \right)$$

20 其中，Max Data Rate-1 表示下行最大传输速率；其中，L1 表示所述接入网设备支持的下行 OAM 模态数；J1 表示所述接入网设备支持的下行载波数； $v_{\text{Layers}}^{(j1)}$ 表示不同的下行载波支持的多输入多输出的最大层数； $Q_m^{(j1)}$ 表示不同的下行载波支持的最大调制阶数； $f^{(j1)}$ 表示不同的下行载波的可调因子； $R_{\max}$ 表示换算常数， $N_{\text{PRB}}^{BW(j1),\mu}$ 表示不同的下行载波的相应带宽下支持的物理资源块数； T_s^μ 表示平均正交频分复用 OFDM 符号时间长度； $OH^{(j1)}$ 表示不同的下行载波下的开销值。

5. 根据权利要求 3 或 4 所述的方法，其特征在于，

25

$$\text{Max Data Rate-2} = \sum_{l2=1}^{L2} \sum_{j2=1}^{J2} \left(v_{\text{Layers}}^{(j2)} \cdot Q_m^{(j2)} \cdot f^{(j2)} \cdot R_{\max} \cdot \frac{N_{\text{PRB}}^{BW(j2),\mu} \cdot 12}{T_s^\mu} \cdot (1 - OH^{(j2)}) \right)$$

其中，Max Data Rate-2 表示上行最大传输速率；L2 表示所述用户终端支持的上行 OAM 模态数；J2 表示所述用户终端支持的上行载波数； $v_{\text{Layers}}^{(j2)}$ 表示不同的上行载波支持的多输入多输出的最大层数； $Q_m^{(j2)}$ 表示不同的上行载波支持的最大调制阶数； $f^{(j2)}$ 表示不同的上行载波的可调因子； $R_{\max}$ 表示换算常数， $N_{\text{PRB}}^{BW(j2),\mu}$ 表示不同的上行载波的相应带宽下支持的

物理资源块数； T_s^μ 表示平均正交频分复用 OFDM 符号时间长度； $OH^{(j2)}$ 表示不同的上行载波下的开销值。

6. 一种基于轨道角动量 OAM 的通信方法，其特征在于，包括：用户终端接收来自接入网设备的寻呼指示消息，所述寻呼指示消息携带有寻呼信道的 OAM 模态数，所述寻呼信道的 OAM 模态数小于或等于所述用户终端支持的最大下行 OAM 模态数；

所述用户终端按照所述寻呼信道的 OAM 模态数在寻呼信道进行数据解调。

7. 一种基于轨道角动量 OAM 的通信方法，其特征在于，包括：

用户终端生成能力上报消息，所述能力上报消息携带 OAM 模态能力指示，所述 OAM 模态能力指示用于指示出所述用户终端支持的 OAM 模态能力；

所述用户终端向接入网设备发送所述能力上报消息。

8. 根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述 OAM 模态能力指示包括如下信息中的一种或者多种：所述用户终端支持的上行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的下行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的最大上行 OAM 模态数和是否支持上行负模态、所述用户终端支持的最大下行 OAM 模态数和是否支持下行负模态、所述用户终端支持的上行 OAM 模态初值和上行 OAM 模态间隔、或所述用户终端支持的下行 OAM 模态初值和下行 OAM 模态间隔。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的方法，其特征在于，所述能力上报消息用于响应来自所述接入网设备的能力查询请求。

10. 一种基于轨道角动量 OAM 的通信方法，其特征在于，包括：

接入网设备向用户终端发送能力查询请求；

接收来自所述用户终端的用于响应所述能力查询请求的能力上报消息，所述能力上报消息携带 OAM 模态能力指示，其中，所述 OAM 模态能力指示用于指示出所述用户终端支持的 OAM 模态能力。

11. 根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述 OAM 模态能力指示包括如下信息中的一种或者多种：所述用户终端支持的上行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的下行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的最大上行 OAM 模态数和是否支持上行负模态、所述用户终端支持的最大下行 OAM 模态数和是否支持下行负模态、所述用户终端支持的上行 OAM 模态初值和上行 OAM 模态间隔、或所述用户终端支持的下行 OAM 模态初值和下行 OAM 模态间隔。

12. 一种接入网设备，其特征在于，包括：

接收单元，用于接收来自核心网的寻呼消息，其中，所述寻呼消息携带有用户终端类别或用户终端下行类别；

发送单元，用于向所述用户终端发送寻呼指示消息，其中，所述寻呼指示消息携带有寻呼信道的 OAM 模态数，所述寻呼信道的 OAM 模态数小于或等于所述用户终端支持的下行最大 OAM 模态数，其中，所述用户终端支持的下行最大 OAM 模态数能够基于所述用户终端类别或用户终端下行类别确定。

13. 根据权利要求 12 所述的设备，其特征在于，所述用户终端下行类别包括如下特性中的一种或多种：支持的下行最大传输速率、下行是否支持 64QAM、或者支持的下行最大 OAM 模态数。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的设备，其特征在于，所述用户终端类别包括如下特性

中的一种或多种：支持的下行最大传输速率、支持的下行空分复用可支持的最大层数、支持的下行最大 OAM 模态数、支持的上行最大传输速率、上行是否支持 64QAM、或支持的上行最大 OAM 模态数。

15. 根据权利要求 13 或 14 所述的设备，其特征在于，

$$5 \quad \text{Max Data Rate-1} = \sum_{l=1}^{L1} \sum_{j=1}^{J1} \left(v_{\text{Layers}}^{(j1)} \cdot Q_m^{(j1)} \cdot f^{(j1)} \cdot R_{\max} \cdot \frac{N_{\text{PRB}}^{BW(j1),\mu} \cdot 12}{T_s^\mu} \cdot (1 - OH^{(j1)}) \right)$$

其中，Max Data Rate-1 表示下行最大传输速率；其中，L1 表示所述接入网设备支持的下行 OAM 模态数；J1 表示所述接入网设备支持的下行载波数； $v_{\text{Layers}}^{(j1)}$ 表示不同的下行载波支持的多输入多输出的最大层数； $Q_m^{(j1)}$ 表示不同的下行载波支持的最大调制阶数； $f^{(j1)}$ 表示不同的下行载波的可调因子； $R_{\max}$ 表示换算常数， $N_{\text{PRB}}^{BW(j1),\mu}$ 表示不同的下行载波的相应带宽下支持的物理资源块数； T_s^μ 表示平均正交频分复用 OFDM 符号时间长度； $OH^{(j1)}$ 表示不同的下行载波下的开销值。

16. 根据权利要求 14 或 15 所述的方法，其特征在于，

$$10 \quad \text{Max Data Rate-2} = \sum_{l=2}^{L2} \sum_{j=2}^{J2} \left(v_{\text{Layers}}^{(j2)} \cdot Q_m^{(j2)} \cdot f^{(j2)} \cdot R_{\max} \cdot \frac{N_{\text{PRB}}^{BW(j2),\mu} \cdot 12}{T_s^\mu} \cdot (1 - OH^{(j2)}) \right)$$

其中，Max Data Rate-2 表示上行最大传输速率；L2 表示所述用户终端支持的上行 OAM 模态数；J2 表示所述用户终端支持的上行载波数； $v_{\text{Layers}}^{(j2)}$ 表示不同的上行载波支持的多输入多输出的最大层数； $Q_m^{(j2)}$ 表示不同的上行载波支持的最大调制阶数； $f^{(j2)}$ 表示不同的上行载波的可调因子； $R_{\max}$ 表示换算常数， $N_{\text{PRB}}^{BW(j2),\mu}$ 表示不同的上行载波的相应带宽下支持的物理资源块数； T_s^μ 表示平均正交频分复用 OFDM 符号时间长度； $OH^{(j2)}$ 表示不同的上行载波下的开销值。

20

17. 一种用户终端，其特征在于，包括：

通信单元，接收来自接入网设备的寻呼指示消息，所述寻呼指示消息携带有寻呼信道的 OAM 模态数，其中，所述寻呼信道的 OAM 模态数小于或等于所述用户终端支持的最大下行 OAM 模态数；

25 寻呼处理单元，用于所述用户终端按照所述寻呼信道的 OAM 模态数在寻呼信道进行数据解调。

18. 一种用户终端，其特征在于，包括：

生成单元，用于生成能力上报消息，所述能力上报消息携带 OAM 模态能力指示，所述 OAM 模态能力指示用于指示出所述用户终端支持的 OAM 模态能力；

通信单元，用于向接入网设备发送所述能力上报消息。

19. 根据权利要求 18 所述的用户终端，其特征在于，所述 OAM 模态能力指示包括如下信息中的一种或者多种：所述用户终端支持的上行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的下行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的最大上行 OAM 模态数和是否支持上行负模态、所述用户终端支持的最大下行 OAM 模态数和是否支持下行负模态、所述用户终端支持的上行 OAM 模态初值和上行 OAM 模态间隔、或所述用户终端支持的下行 OAM 模态初值和下行 OAM 模态间隔。

20. 根据权利要求 18 或 19 所述的用户终端，其特征在于，所述能力上报消息用于响应来自所述接入网设备的能力查询请求。

21. 一种接入网设备，其特征在于，包括：

发送单元，用于向用户终端发送能力查询请求；

接收单元，用于接收用于响应所述能力查询请求的能力上报消息，所述能力上报消息携带 OAM 模态能力指示，其中，所述 OAM 模态能力指示用于指示出所述用户终端支持的 OAM 模态能力。

22. 根据权利要求 21 所述的设备，其特征在于，所述 OAM 模态能力指示包括如下信息中的一种或者多种：所述用户终端支持的上行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的下行 OAM 模态集合、所述用户终端支持的最大上行 OAM 模态数和是否支持上行负模态、所述用户终端支持的最大下行 OAM 模态数和是否支持下行负模态、所述用户终端支持的上行 OAM 模态初值和上行 OAM 模态间隔、或所述用户终端支持的下行 OAM 模态初值和下行 OAM 模态间隔。

23. 一种用户终端，其特征在于，包括：

相互耦合的处理器和存储器；

其中，所述处理器用于调用所述存储器中存储的计算机程序，以执行权利要求 6 至 9 任意一项所述的方法。

24. 一种接入网设备，其特征在于，包括：

相互耦合的处理器和存储器；

其中，所述处理器用于调用所述存储器中存储的计算机程序，以执行权利要求 1 至 5 或权利要求 10 至 11 任意一项所述的方法。

25. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，

所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时使得

权利要求 1 至 5 任一项所述的方法被执行；或者，

权利要求 6 所述的方法被执行；或者

权利要求 7 至 9 任一项所述的方法被执行；或者

权利要求 10 或 11 所述的方法被执行。

26. 一种通信装置，其特征在于，包括：

至少一个输入端、信号处理器和至少一个输出端；

其中，所述信号处理器，用于执行权利要求 1-5 任意一项所述的方法，或者

权利要求 10 或 11 所述的方法。

27. 一种通信装置，其特征在于，包括：

至少一个输入端、信号处理器和至少一个输出端；

其中，所述信号处理器，用于执行权利要求 6 所述的方法，或者

5 权利要求 7 至 9 任意一项所述的方法。

28. 一种通信装置，包括：输入接口电路，逻辑电路和输出接口电路，所述逻辑电路用于执行权利要求1-5中任一项所述的方法，或者权利要求10或11所述的方法。

10 29. 一种通信装置，包括：输入接口电路，逻辑电路和输出接口电路，所述逻辑电路用于执行如权利要求6所述的方法，或者权利要求7至9任一项所述的方法。

30. 一种计算程序产品，当其在计算机上运行时，使得

权利要求1至5任一项所述的方法被执行；或者，

权利要求6所述的方法被执行；或者

15 权利要求7至9任一项所述的方法被执行；或者

权利要求10或11所述的方法被执行。

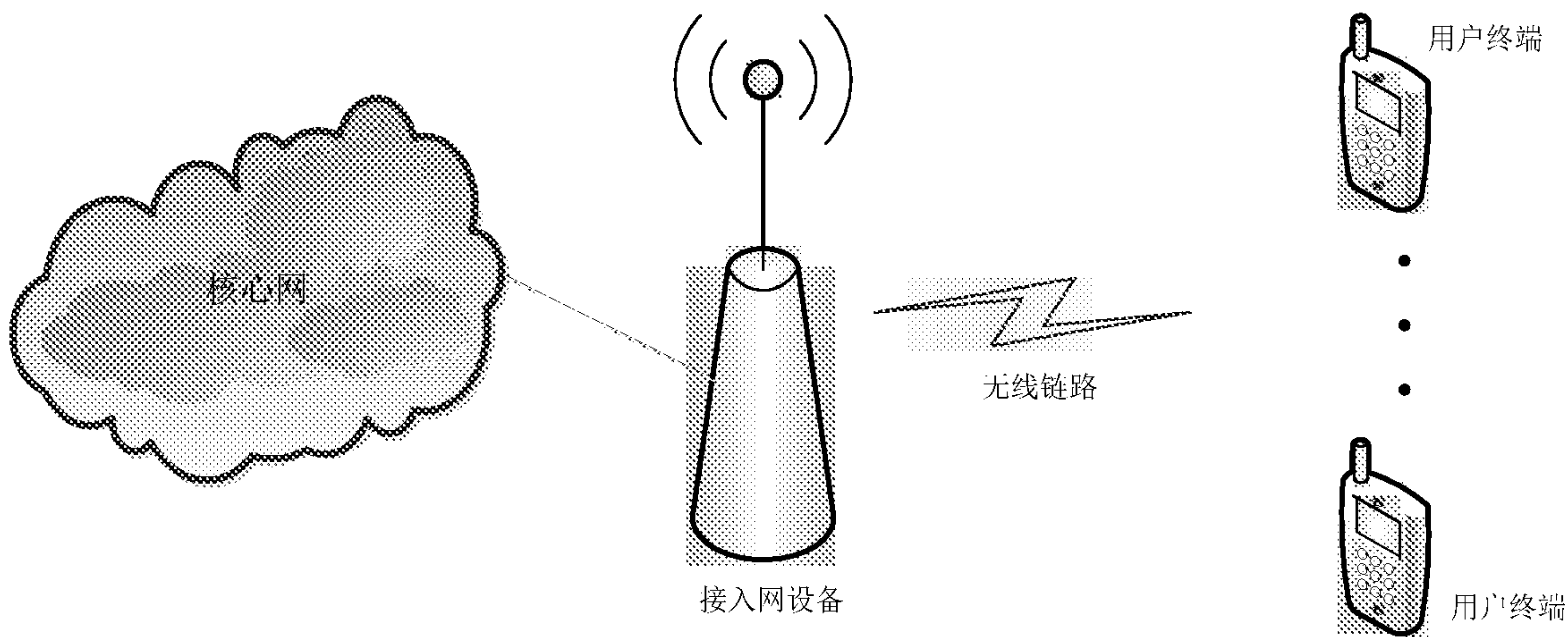


图 1-A

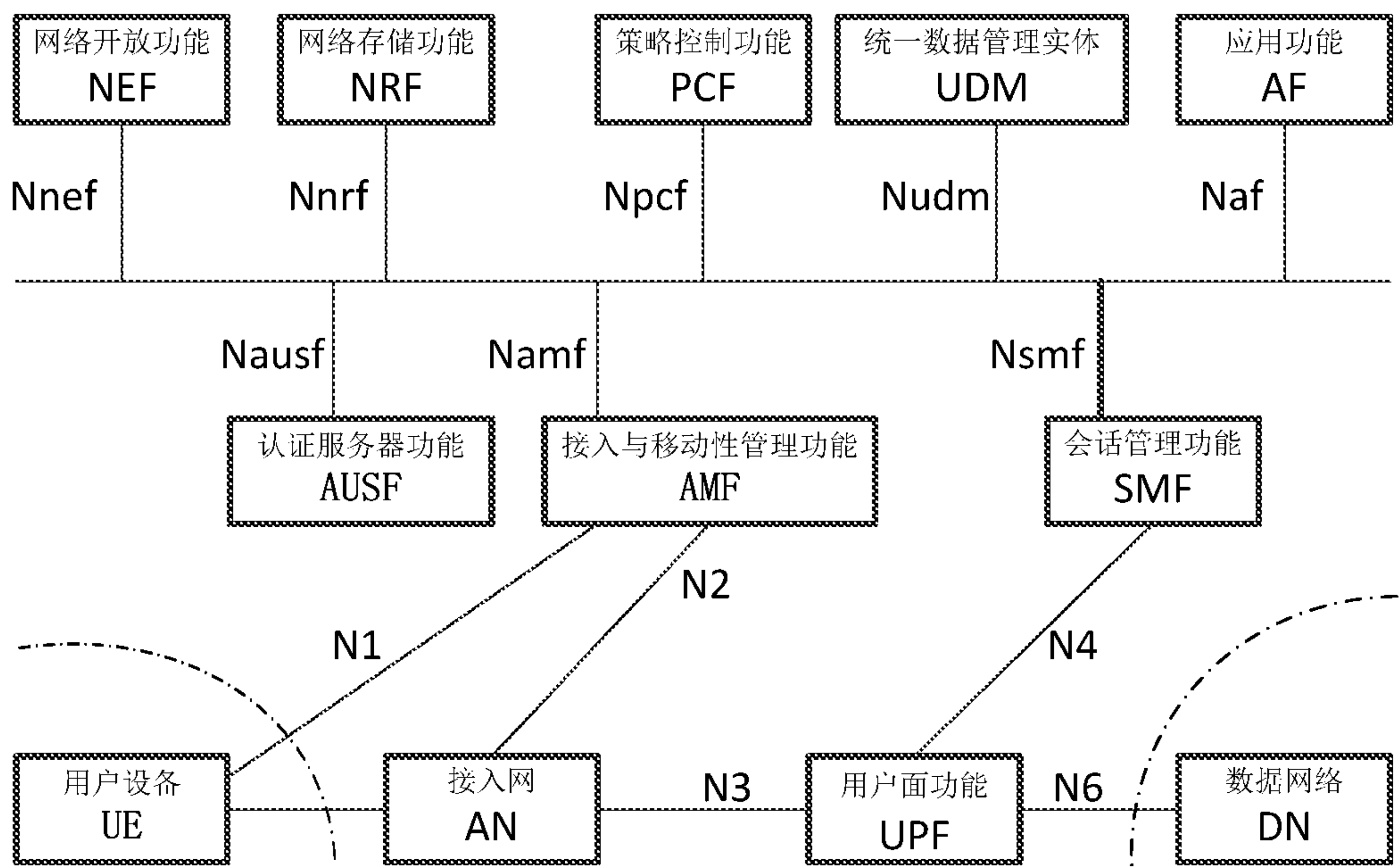


图 1-B

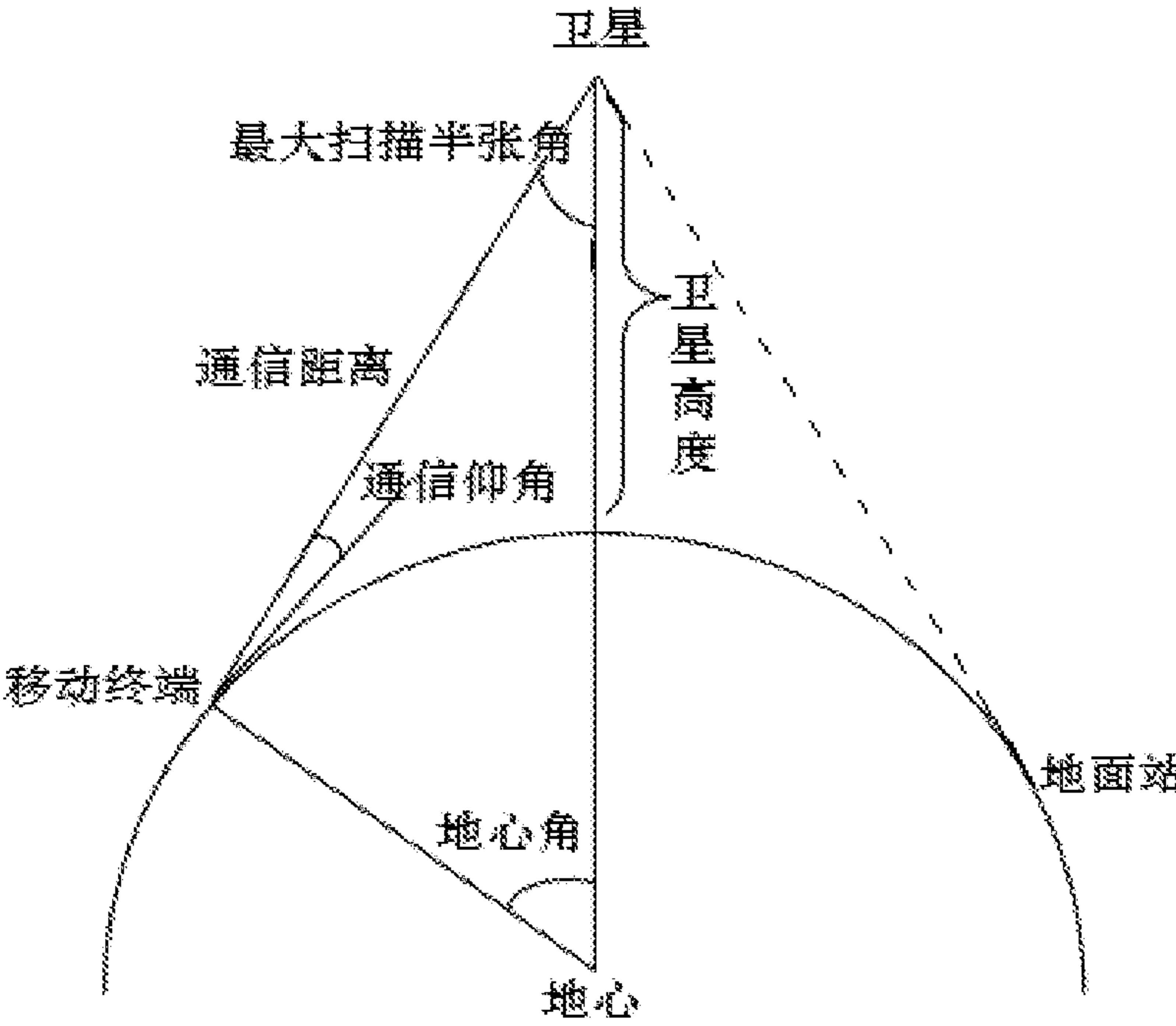


图 1-C

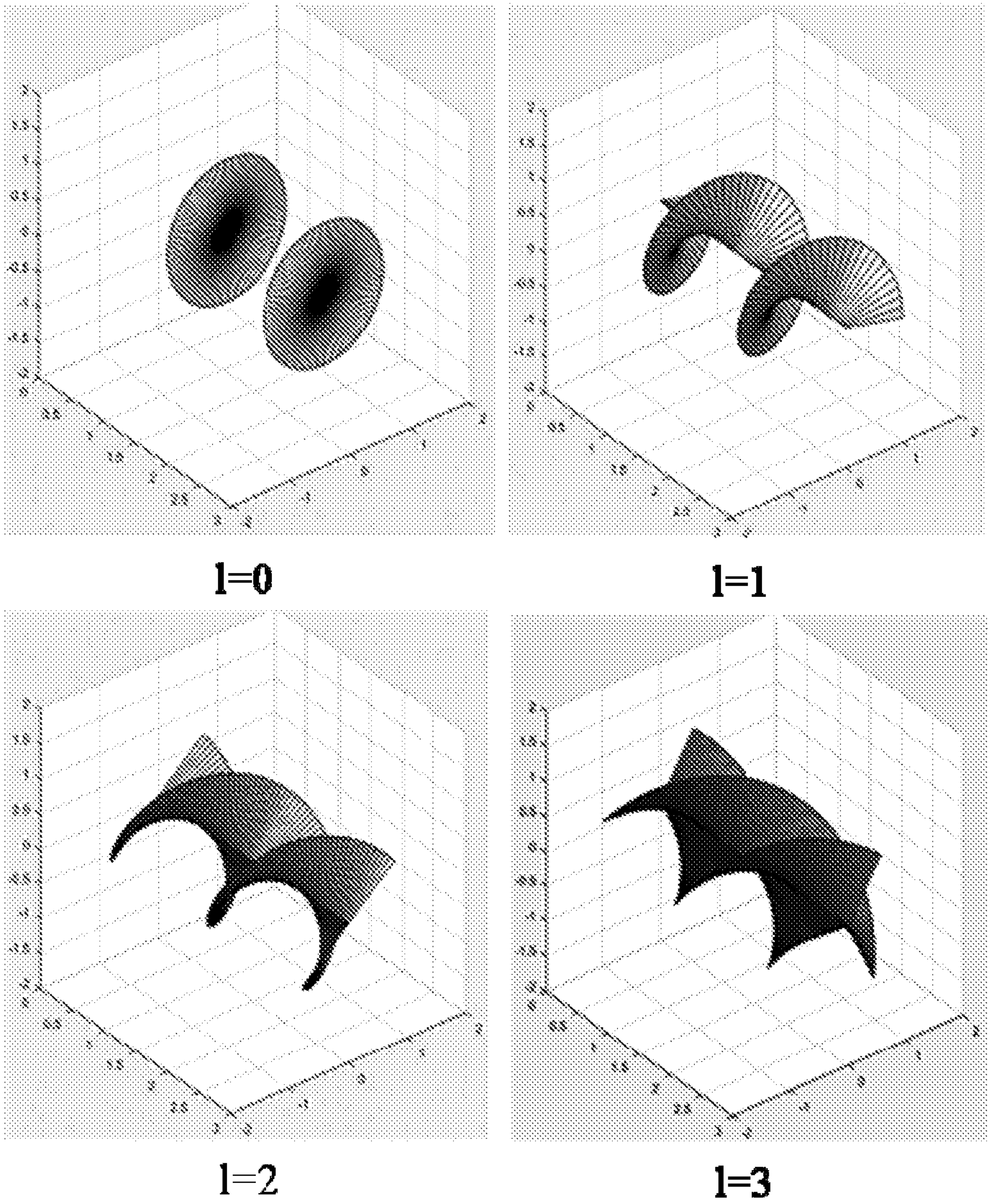


图 1-D

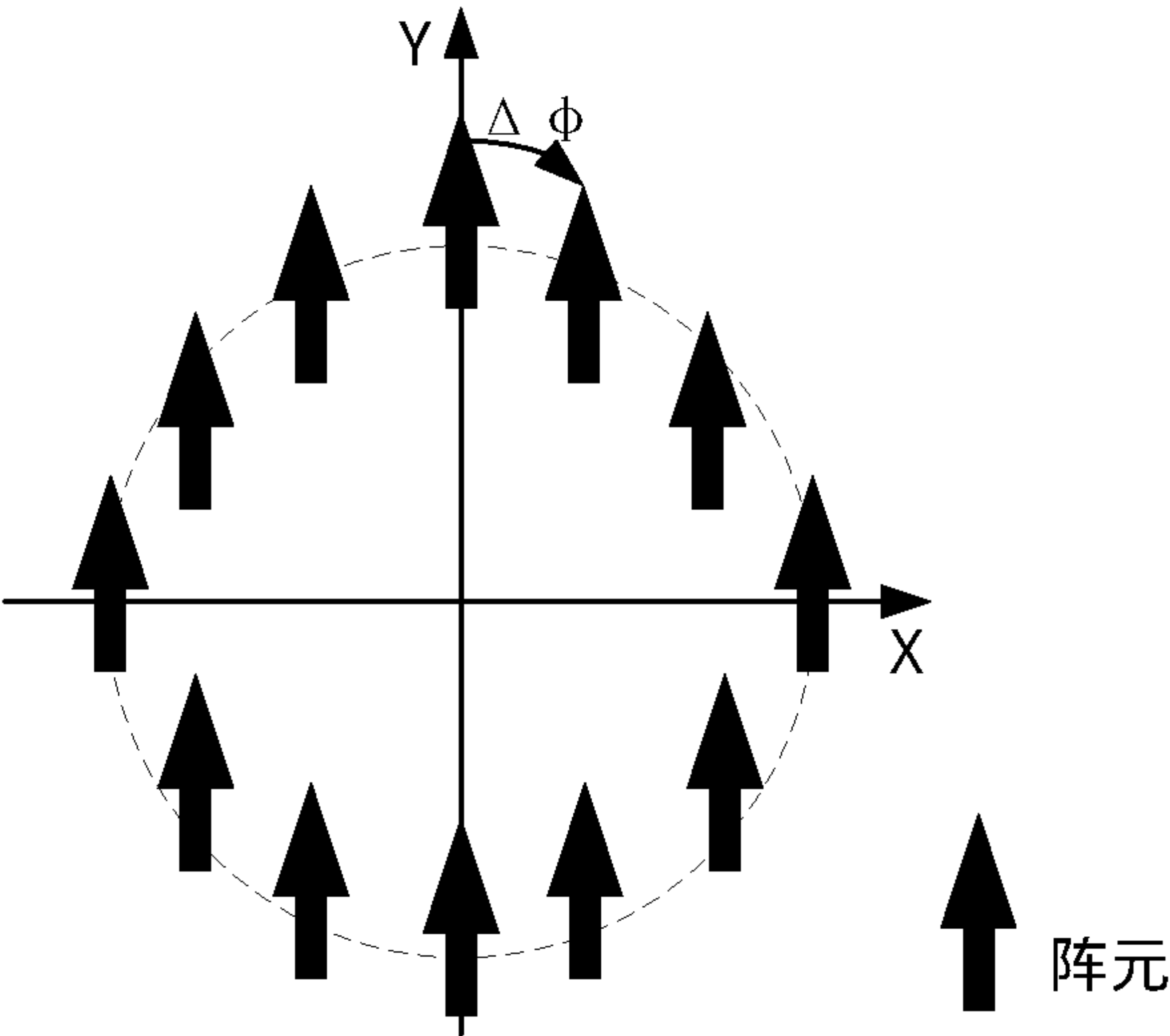


图 1-E

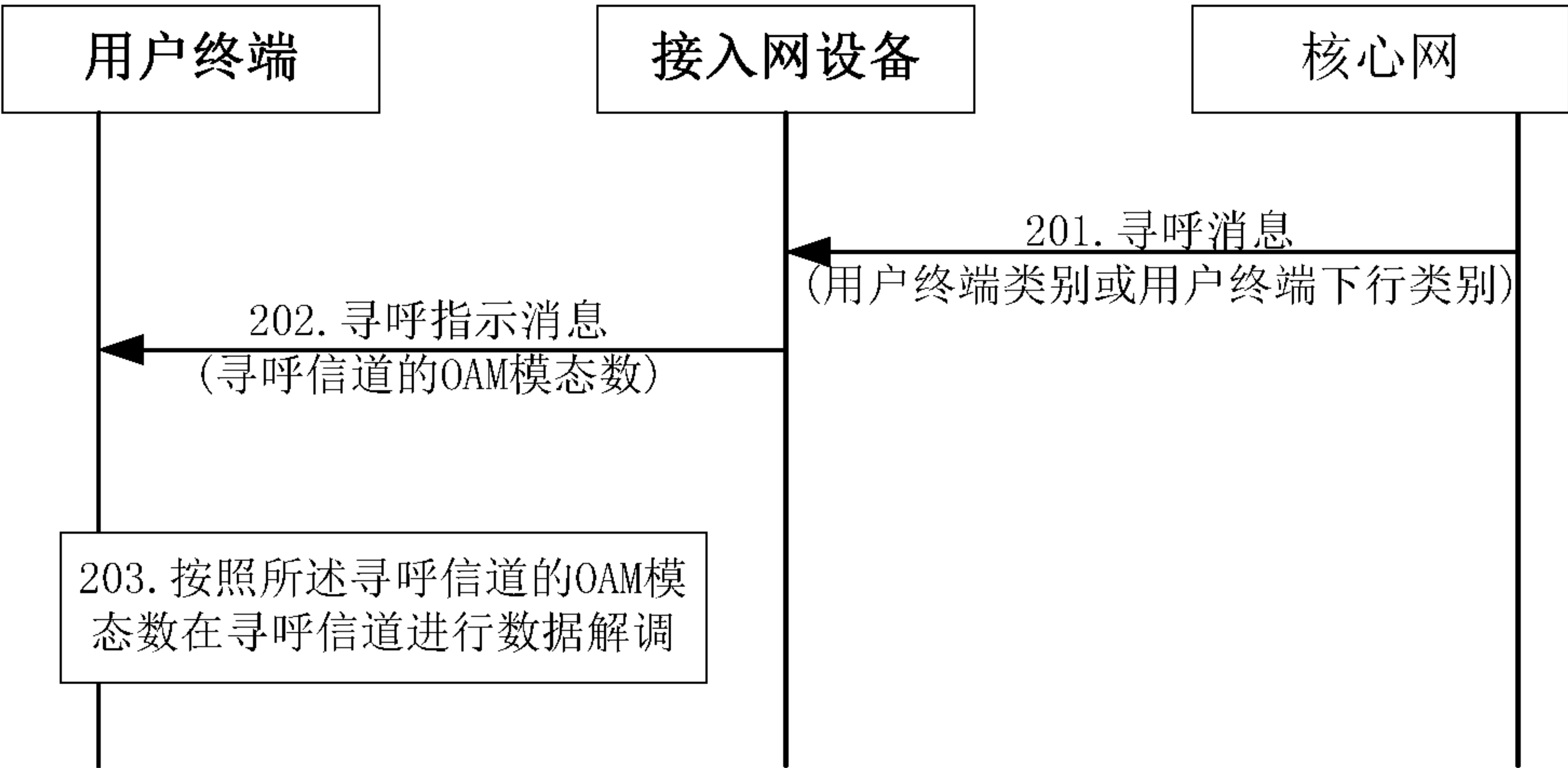


图 2

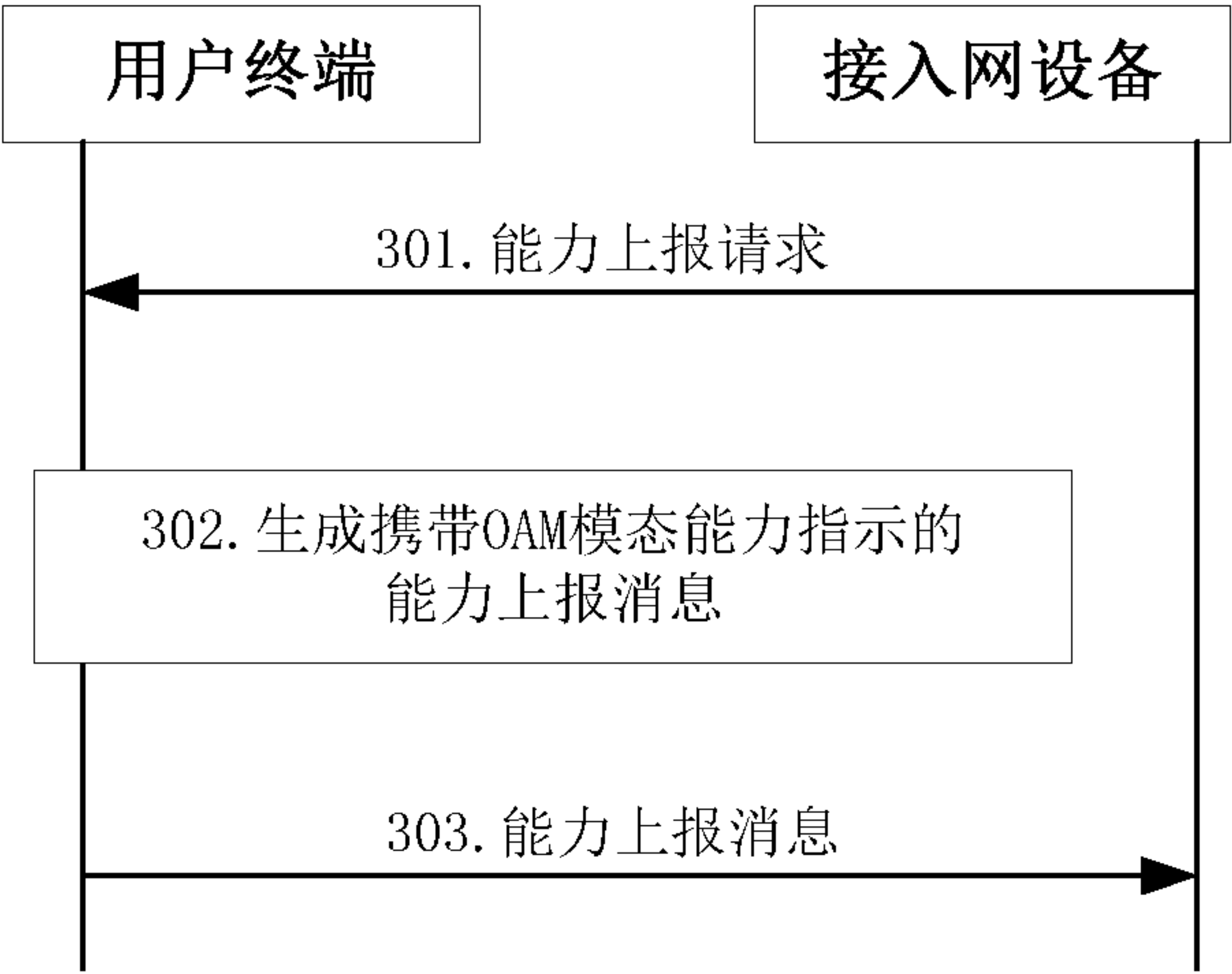


图 3

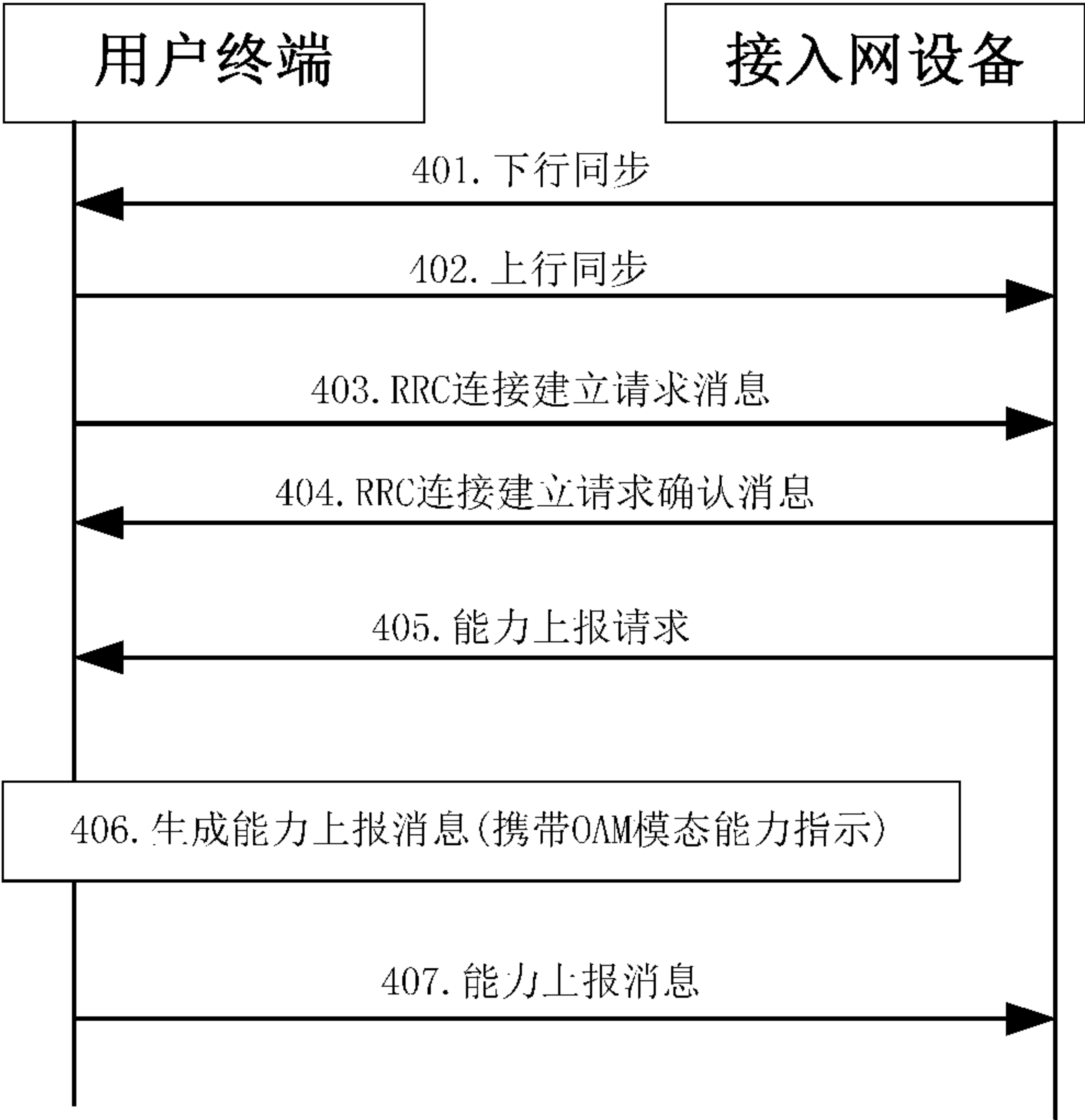


图 4

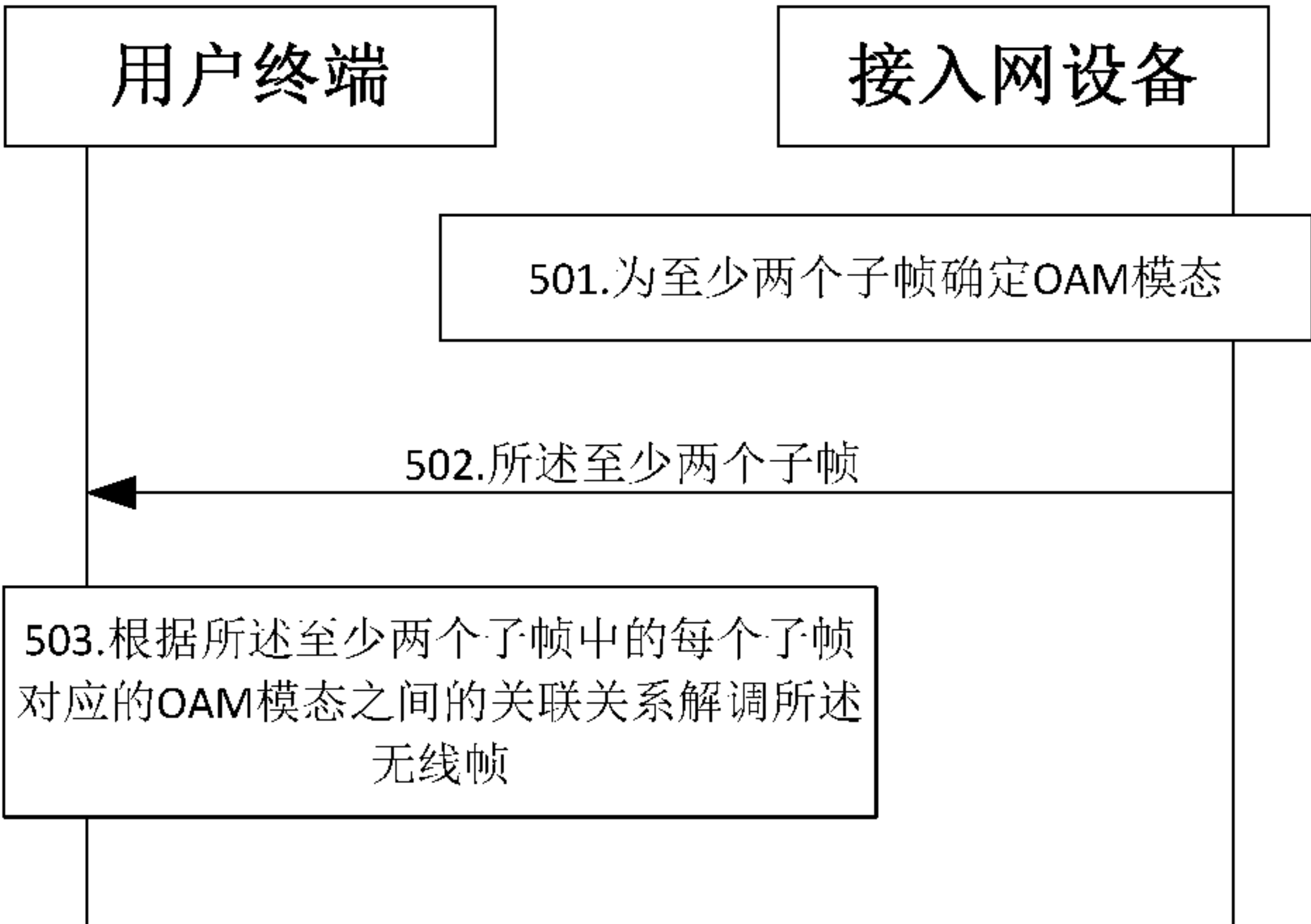


图 5-A

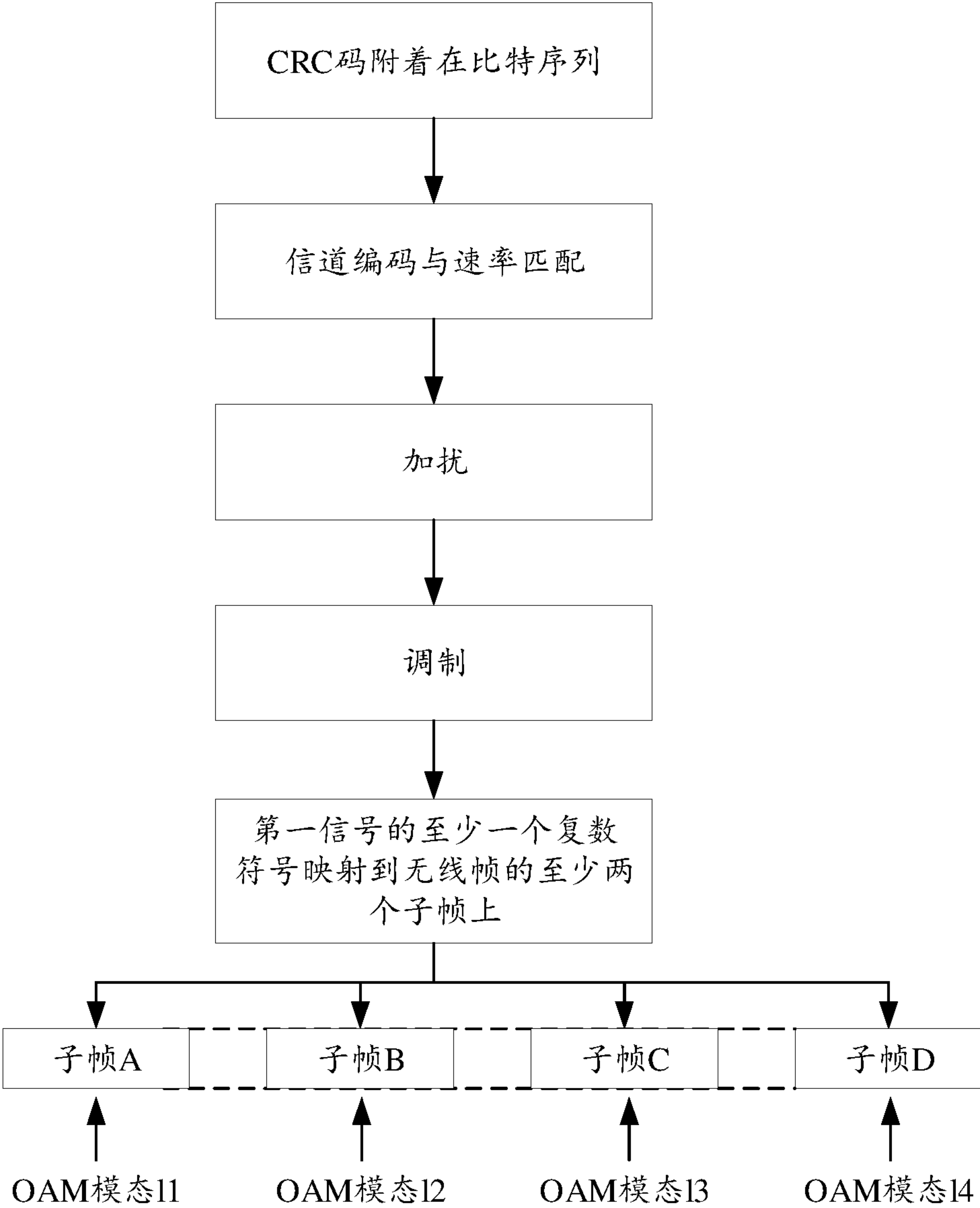


图 5-B

$\tilde{b}(i), \tilde{b}(i+1)$	I	Q
00	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$
01	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$-\frac{1}{\sqrt{2}}$
10	$-\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$
11	$-\frac{1}{\sqrt{2}}$	$-\frac{1}{\sqrt{2}}$

图 5-C

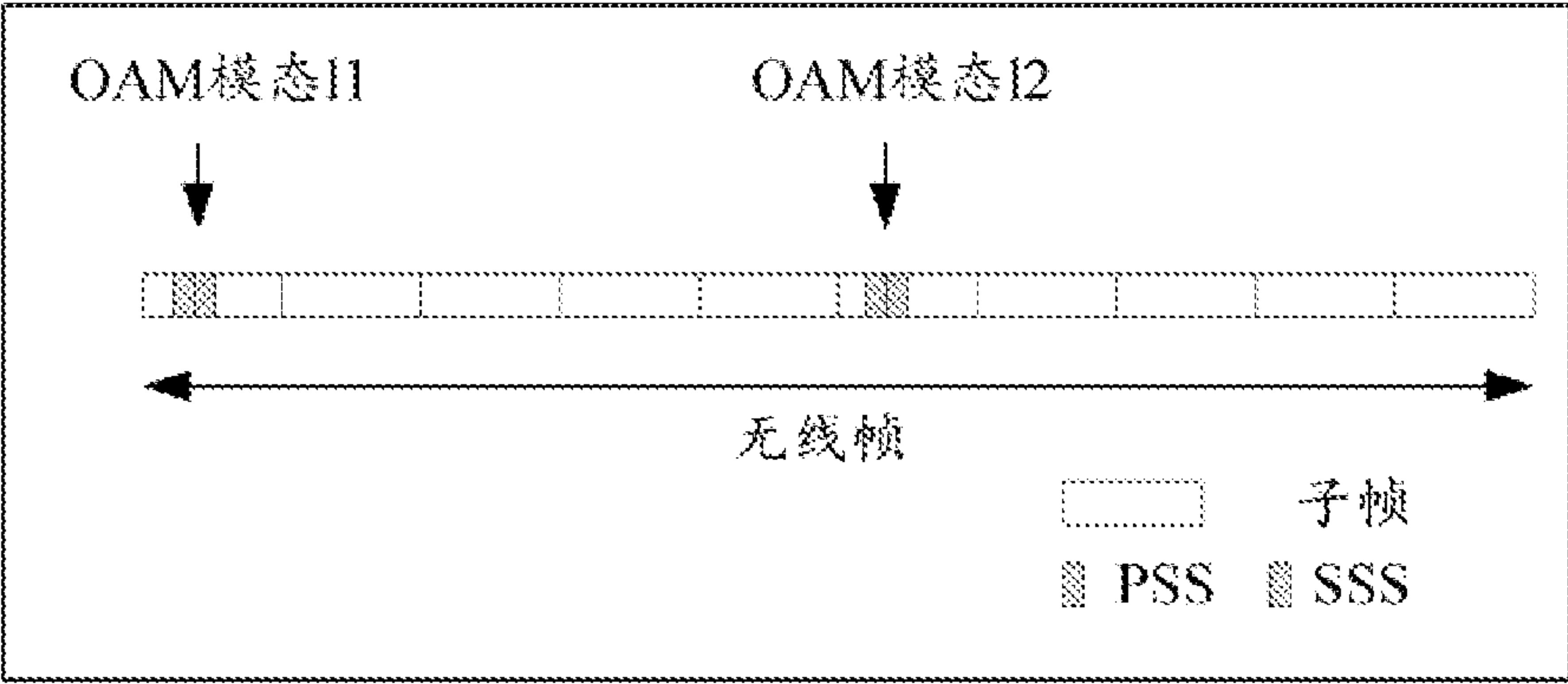


图 5-D

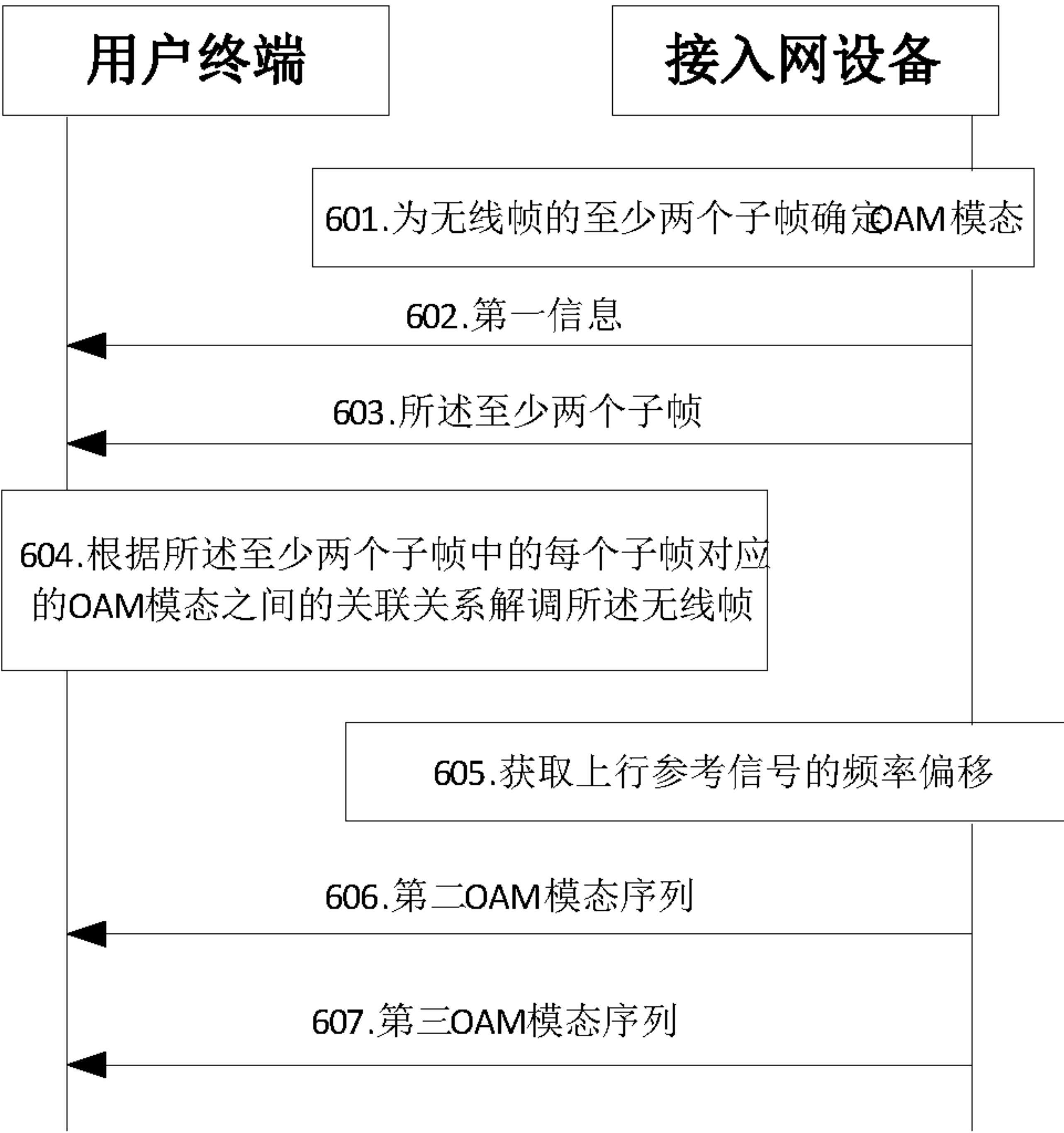


图 6-A

第一字段	Δl
00	1
01	2
10	4
11	8

图 6-B

第一字段	Δl	子载波间隔 (khz)
00	1	15
01	2	30
10	4	60
11	8	120

图 6-C

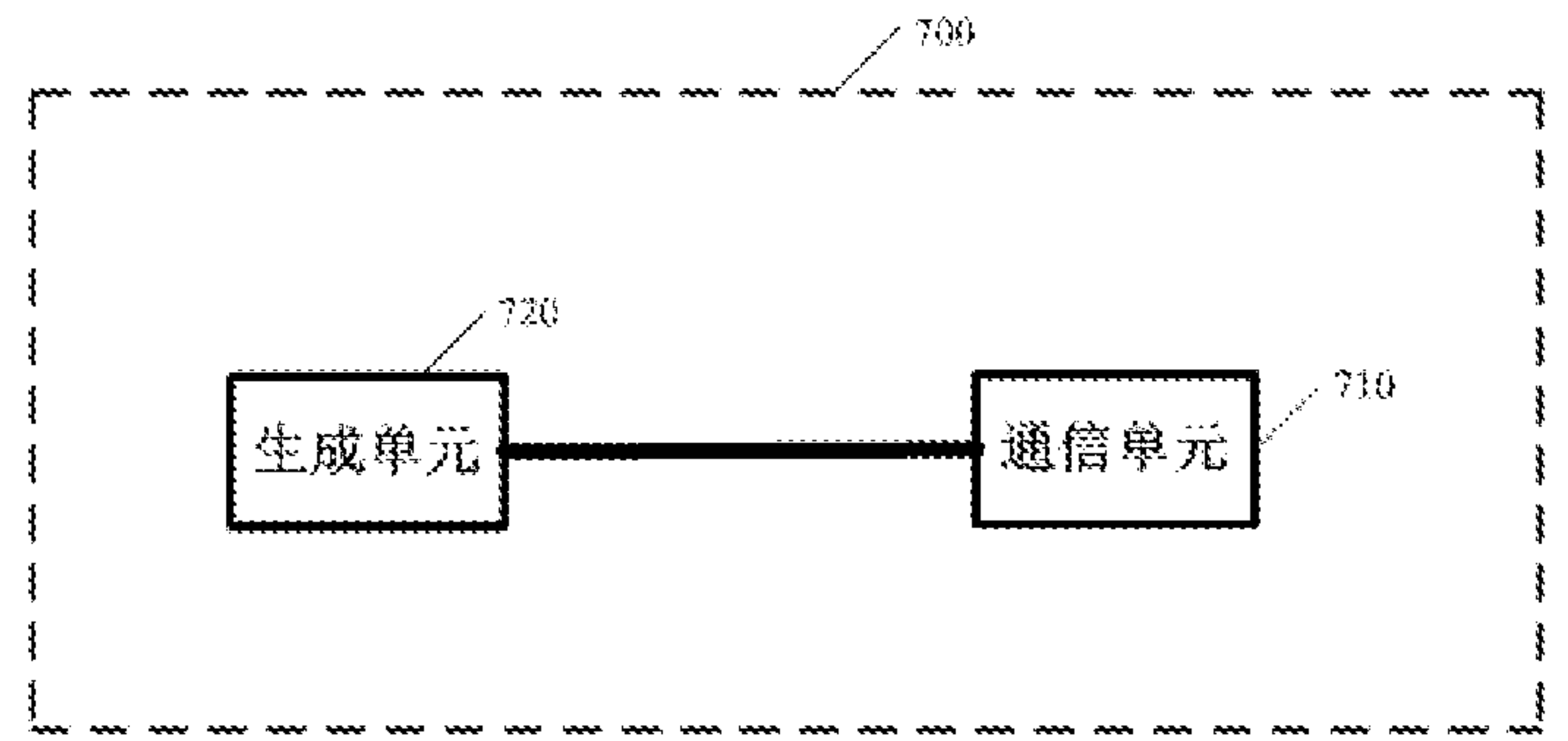


图 7

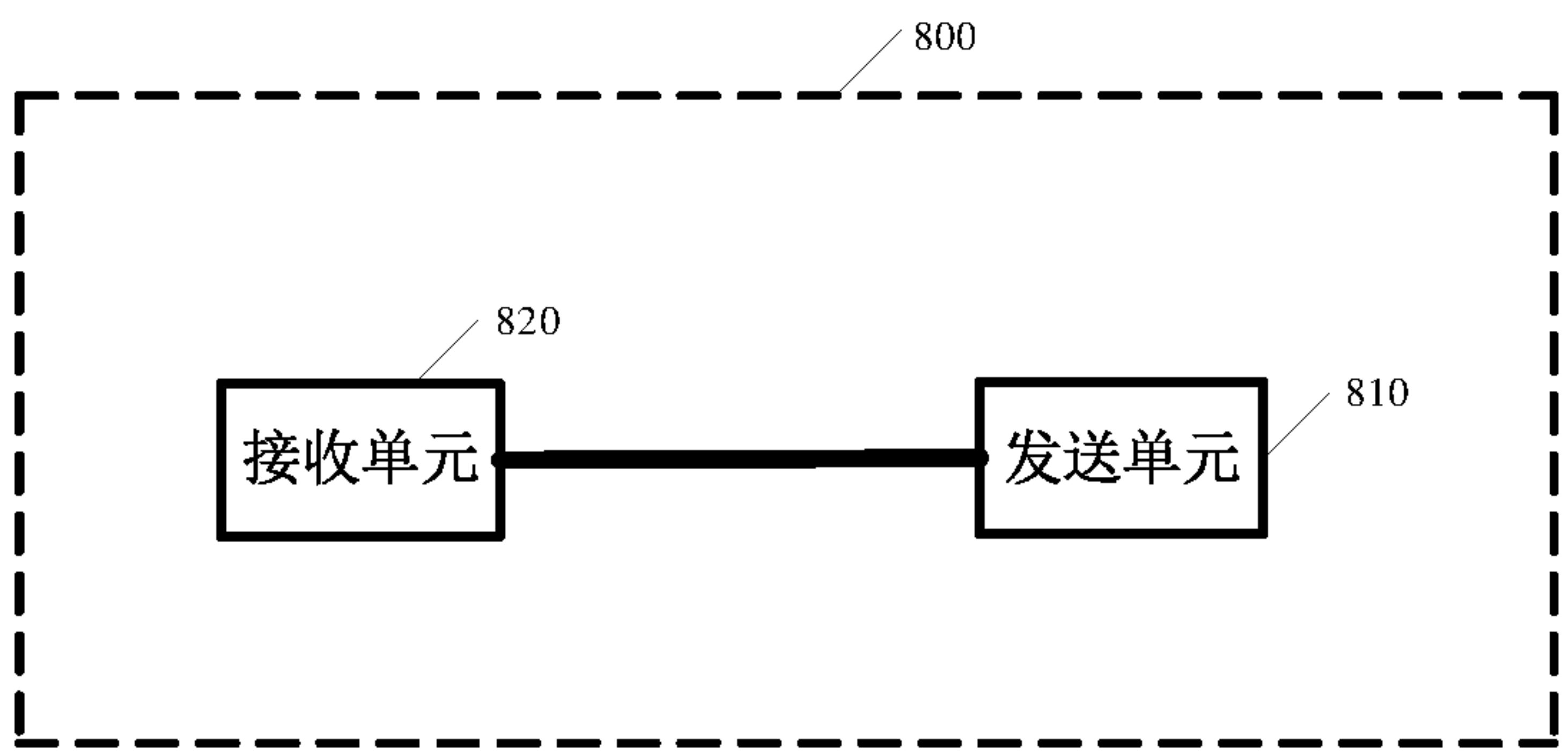


图 8

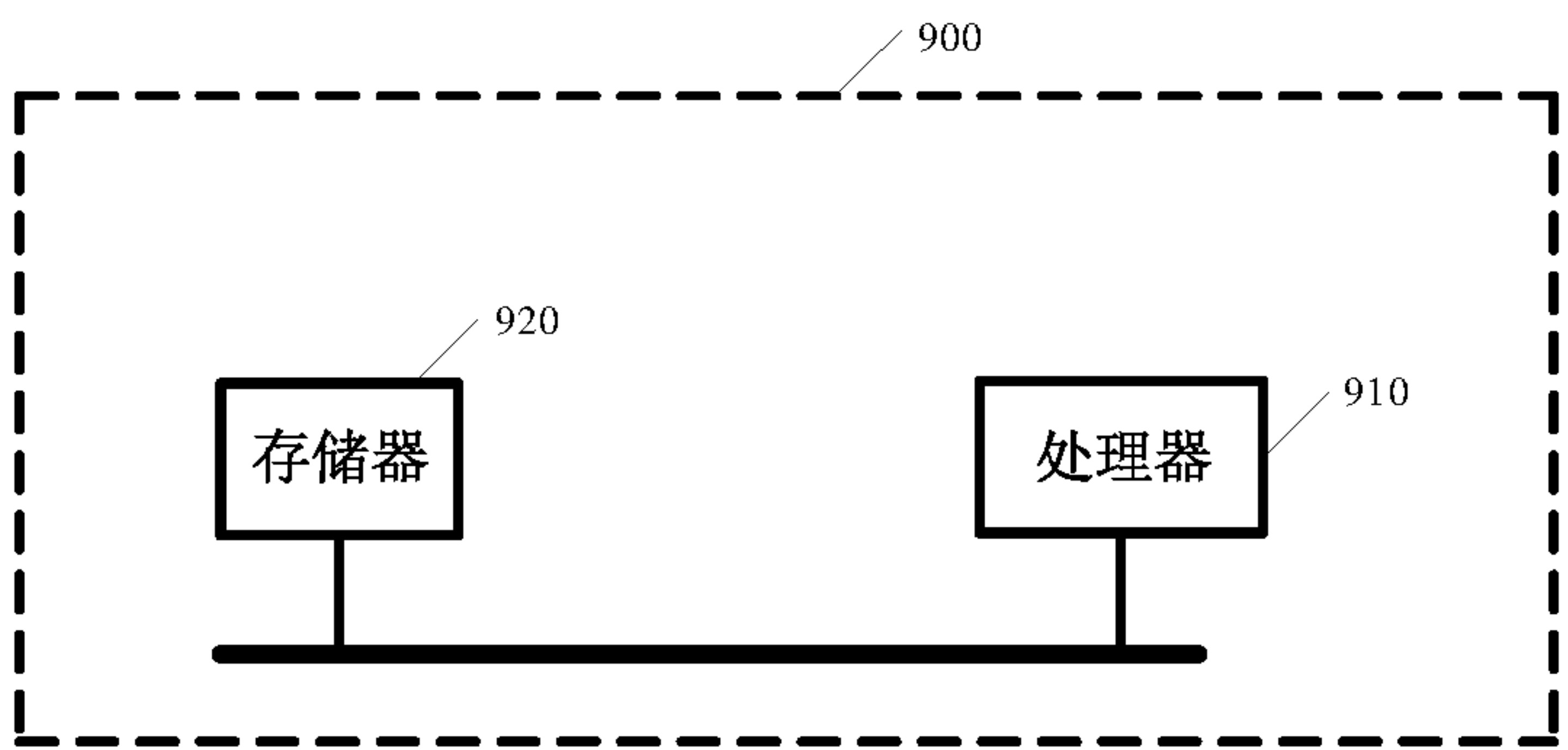


图 9

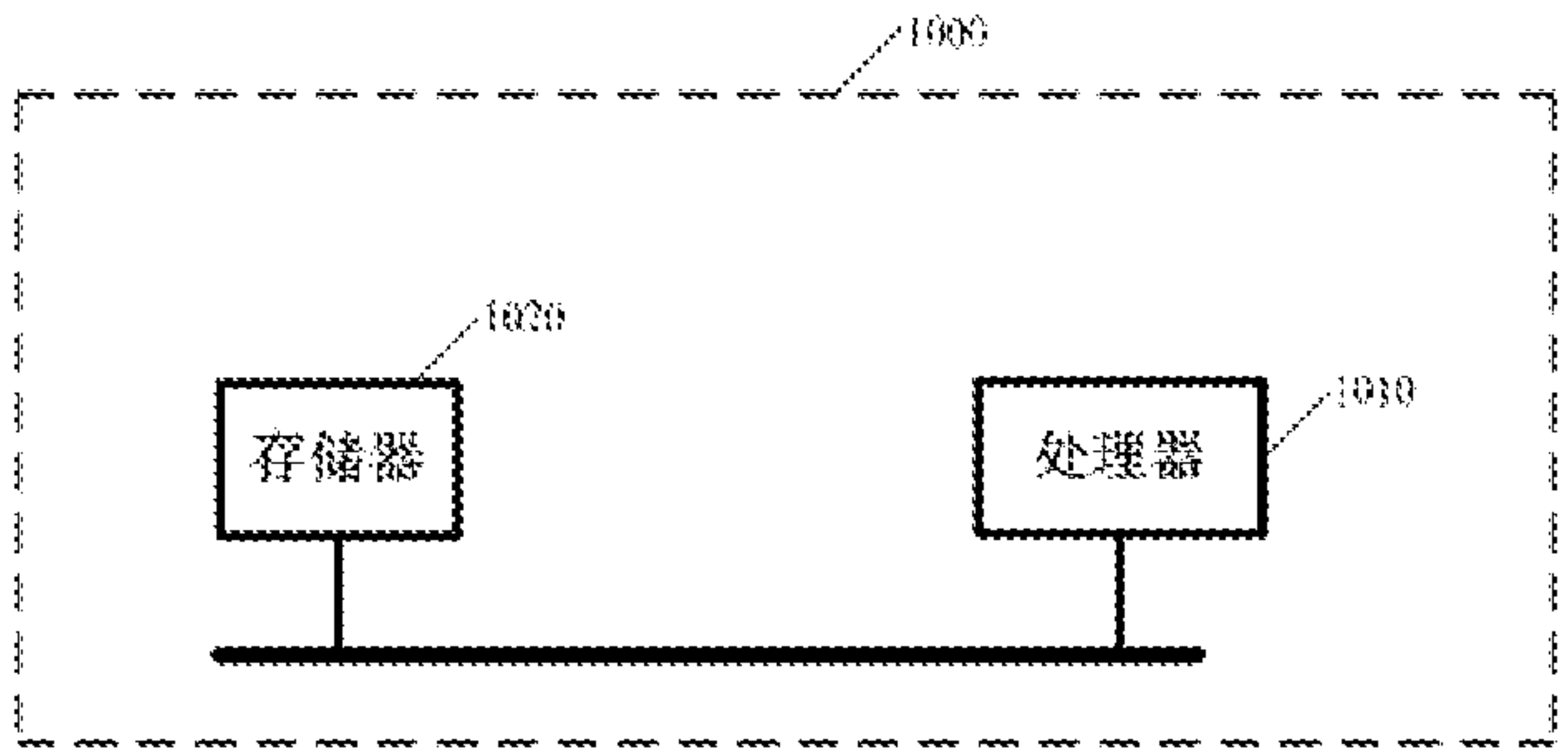


图 10

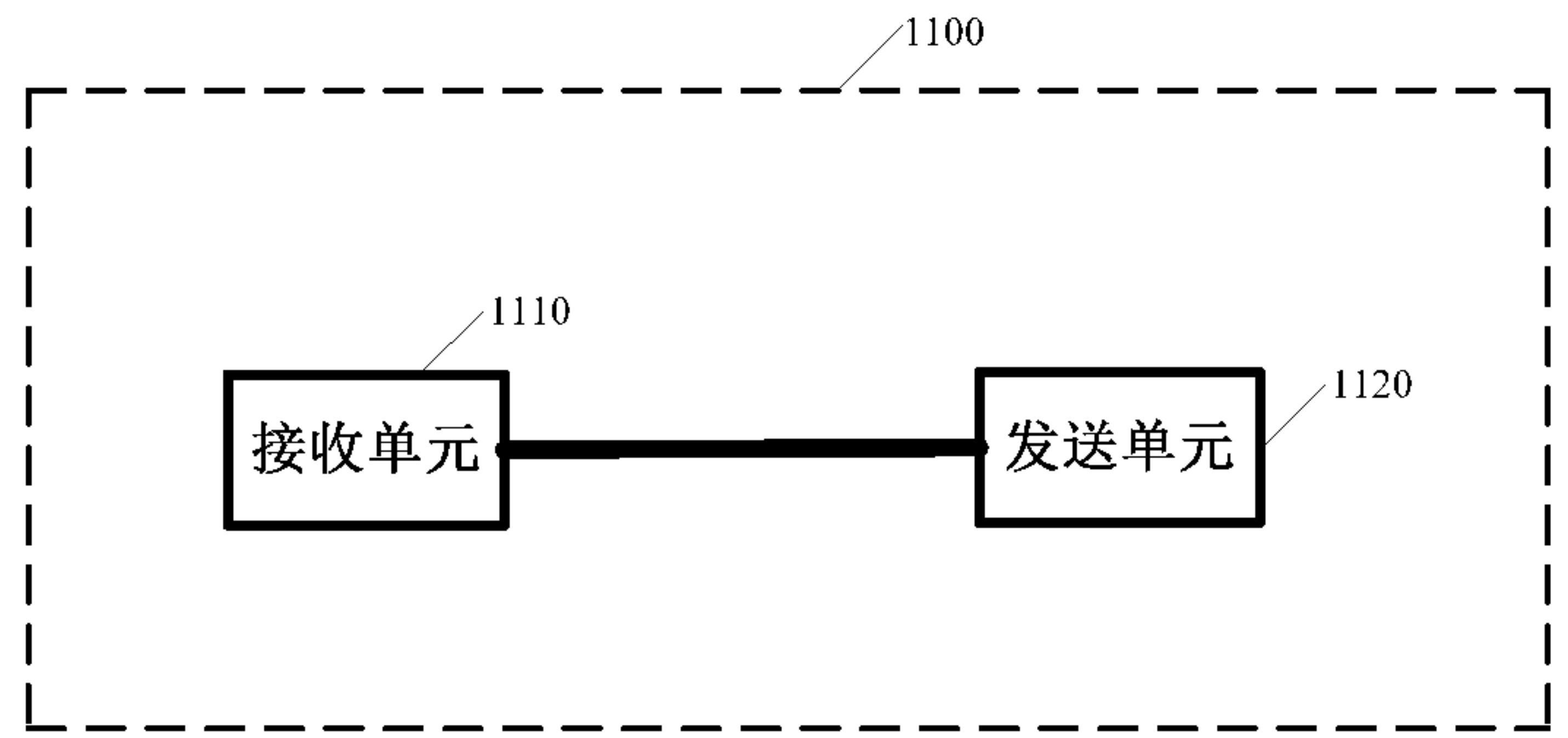


图 11

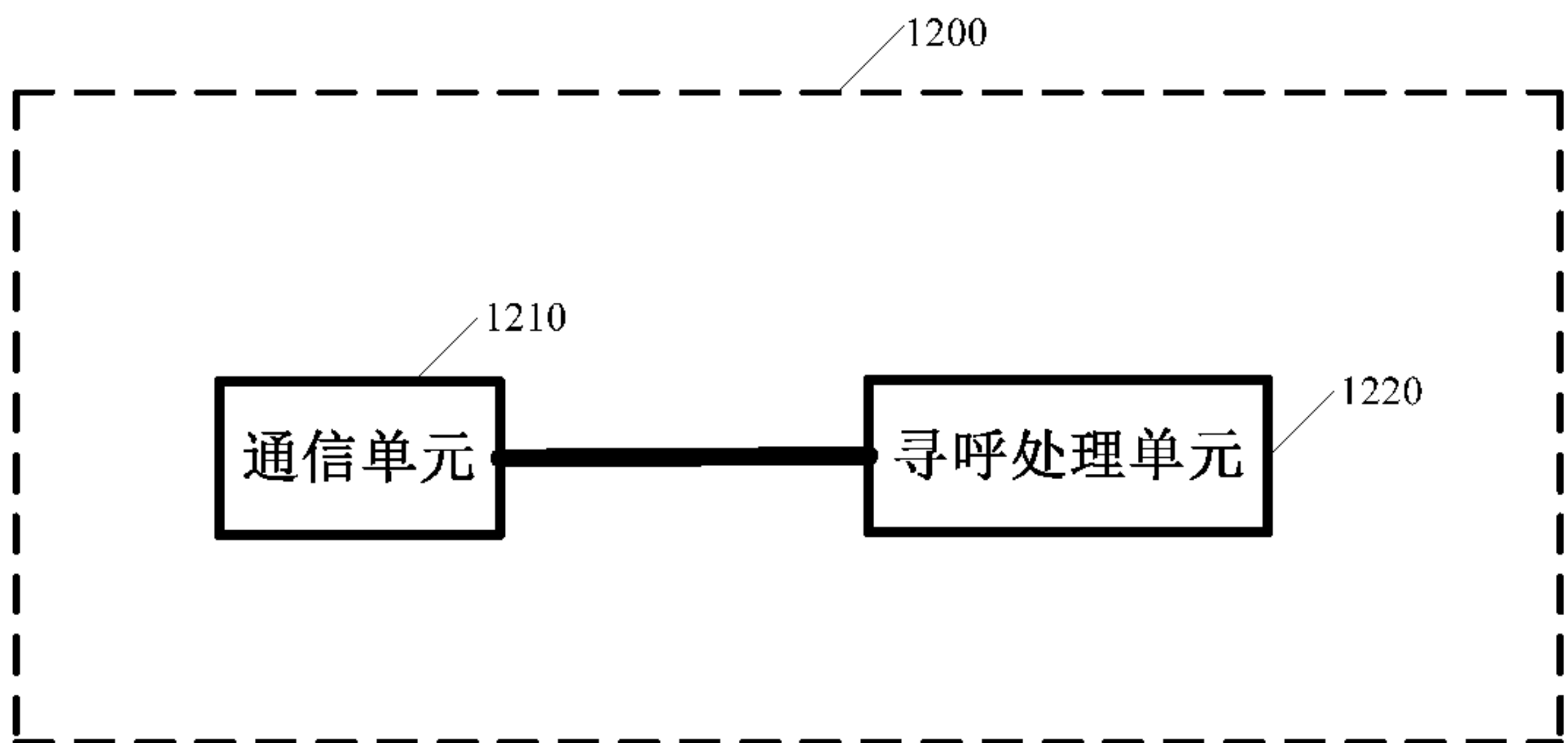


图 12

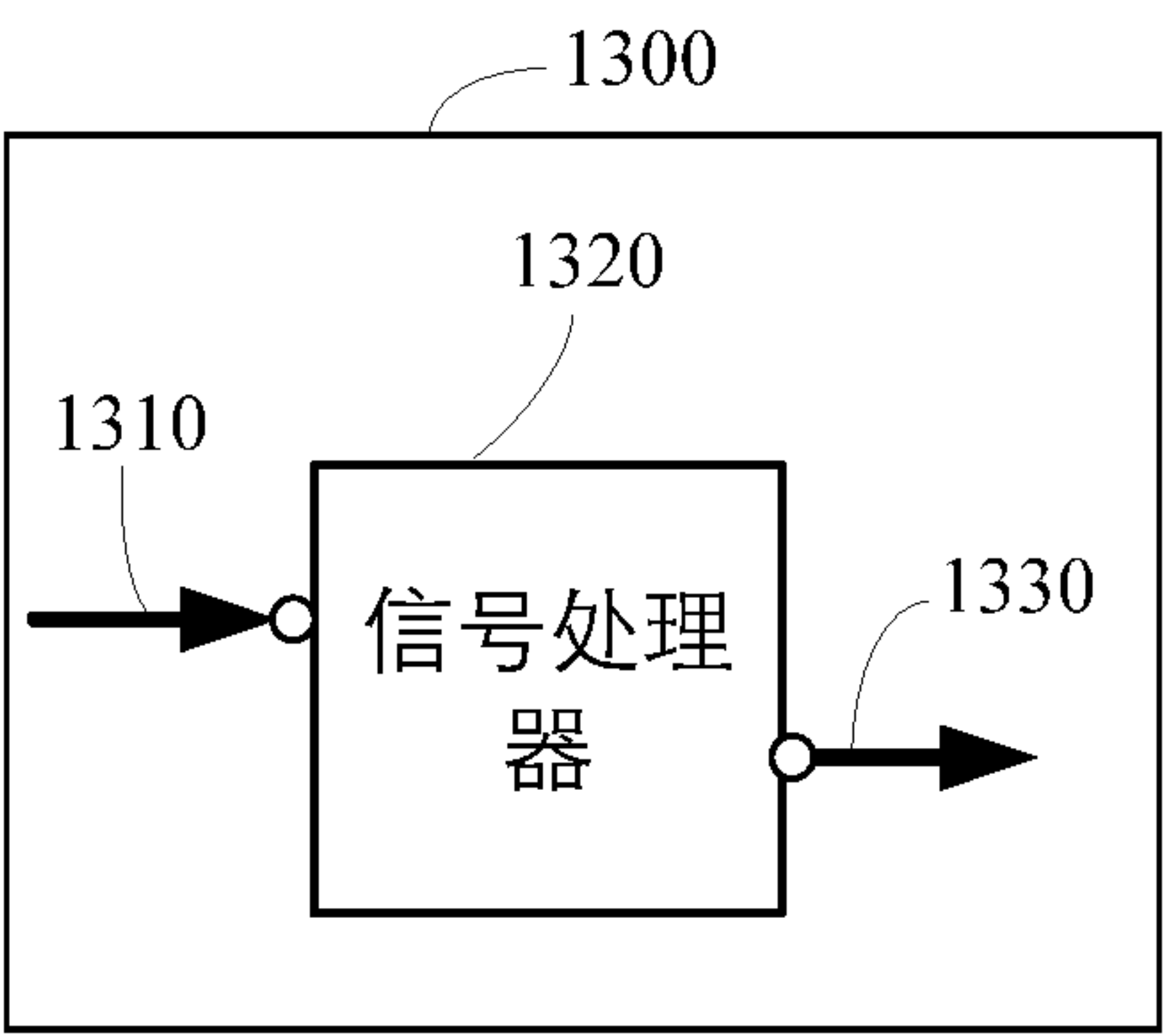


图 13

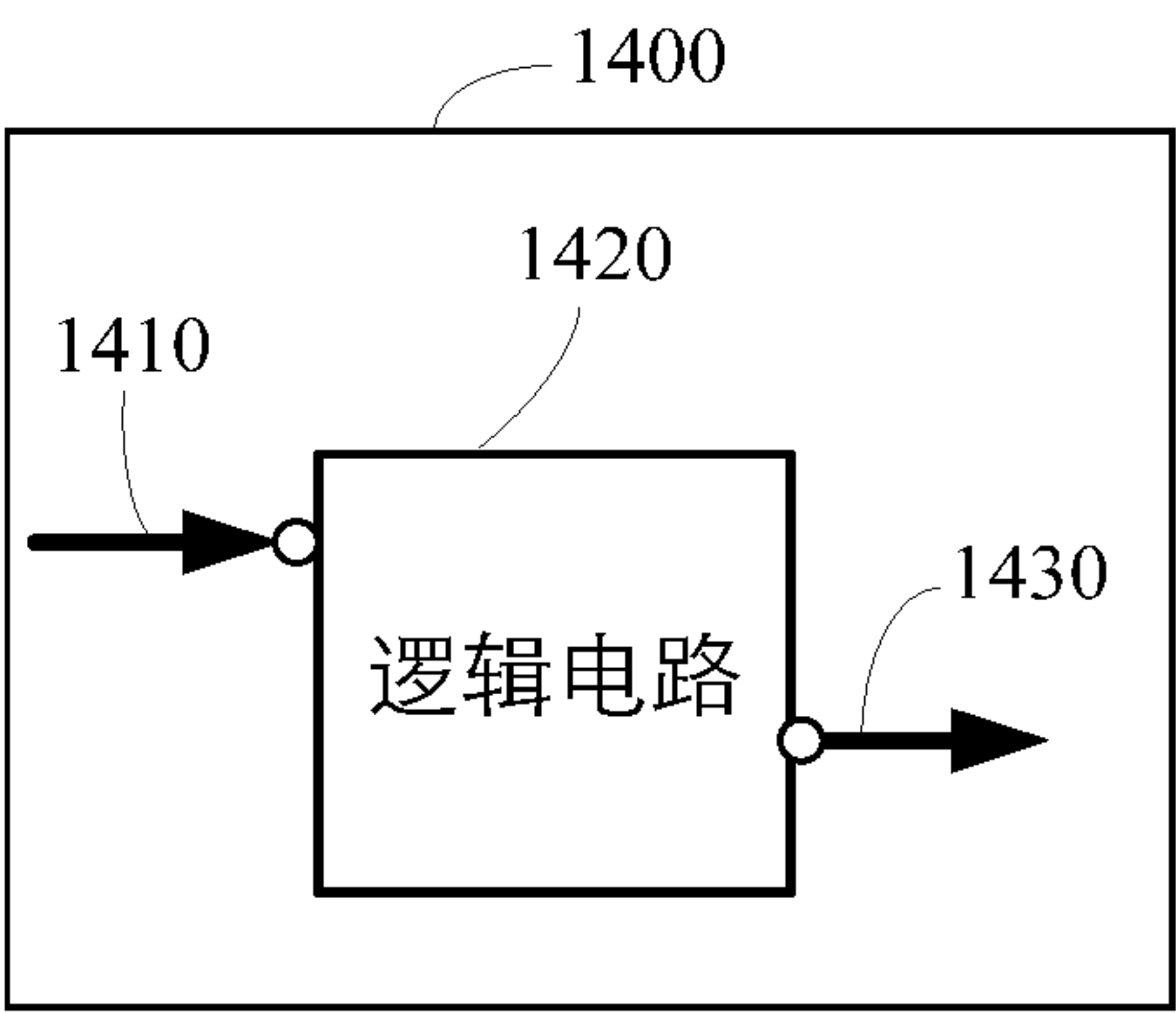


图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/132748

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 24/02(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)

H04W H04L

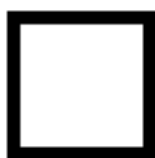
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

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

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 轨道角动量, 模态, 模式, 阶数, 寻呼, 信道, 能力, 上报, 接入网, 核心网, Orbital Angular Momentum, OAM, pag+, channel, report+, capability, core network, access network

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 110062358 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 26 July 2019 (2019-07-26) description, paragraph 0072	1-6, 12-17, 23-30
A	CN 109862622 A (VIVO COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 June 2019 (2019-06-07) description, paragraphs 0119-0132	7-11, 18-30
A	CN 107888321 A (NANJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 06 April 2018 (2018-04-06) entire document	1-30
A	US 2019198999 A1 (NXGEN PARTNERS IP, LLC.) 27 June 2019 (2019-06-27) entire document	1-30
A	US 2019020434 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEME CO., LTD.) 17 January 2019 (2019-01-17) entire document	1-30



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

12 January 2021

Date of mailing of the international search report

01 March 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/132748

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110062358	A	26 July 2019	CN	105637956	A	01 June 2016
				WO	2016045007	A1	31 March 2016
CN	109862622	A	07 June 2019	WO	2020147436	A1	23 July 2020
CN	107888321	A	06 April 2018	None			
US	2019198999	A1	27 June 2019	US	2020044349	A1	06 February 2020
				WO	2019126412	A1	27 June 2019
US	2019020434	A1	17 January 2019	EP	3407514	A1	28 November 2018
				JP	2017130792	A	27 July 2017
				WO	2017125968	A1	27 July 2017

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2020/132748
A. 主题的分类 H04W 24/02 (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) H04W H04L 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)) CNKI, CNPAT, WPI, EPDOC: 轨道角动量, 模态, 模式, 阶数, 寻呼, 信道, 能力, 上报, 接入网, 核心网, Orbital Angular Momentum, 0AM, pag+, channel, report+, capability, core network, access network		
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
A	CN 110062358 A (华为技术有限公司) 2019年 7月 26日 (2019 - 07 - 26) 说明书第0072段	1-6、12-17、23-30
A	CN 109862622 A (维沃移动通信有限公司) 2019年 6月 7日 (2019 - 06 - 07) 说明书第0119-0132段	7-11、18-30
A	CN 107888321 A (南京邮电大学) 2018年 4月 6日 (2018 - 04 - 06) 全文	1-30
A	US 2019198999 A1 (NXGEN PARTNERS IP, LLC.) 2019年 6月 27日 (2019 - 06 - 27) 全文	1-30
A	US 2019020434 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEME CO., LTD.) 2019年 1月 17日 (2019 - 01 - 17) 全文	1-30
☐ 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 2021年 1月 12日		国际检索报告邮寄日期 2021年 3月 1日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 柴华 电话号码 86-(10)-53961630

国际申请号
PCT/CN2020/132748

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	110062358	A	2019年 7月 26日	CN	105637956	A	2016年 6月 1日
				WO	2016045007	A1	2016年 3月 31日
CN	109862622	A	2019年 6月 7日	WO	2020147436	A1	2020年 7月 23日
CN	107888321	A	2018年 4月 6日	无			
US	2019198999	A1	2019年 6月 27日	US	2020044349	A1	2020年 2月 6日
				WO	2019126412	A1	2019年 6月 27日
US	2019020434	A1	2019年 1月 17日	EP	3407514	A1	2018年 11月 28日
				JP	2017130792	A	2017年 7月 27日
				WO	2017125968	A1	2017年 7月 27日