

参考信号传输方法和通信装置

技术领域

5 本申请涉及通信领域，并且更具体地，涉及一种参考信号传输方法和通信装置。

背景技术

在无线通信网络中，两个通信设备可以通过参考信号的传输，测量估计得到两个通信设备之间的信道的状态，从而确定数据传输采用的预编码，以减小数据传输时的信道衰落影响。通信装置获取到的信道状态的准确性，直接影响数据传输的可靠性。而参考信号的分布决定了通信设备获取到的信道状态的准确性。

目前，主要采用参考信号在时域和/或频域均匀分布的方式进行参考信号传输。然而随着无线通信的广泛应用，对信道估计的精度要求越来越高，而当前参考信号的传输方式灵活性不足，难以满足无线通信的发展需求。

15

发明内容

本申请实施例提供一种参考信号传输方法和通信装置，能够提高信道估计的精度及资源利用率。

第一方面，提供了一种参考信号传输方法，该方法可以由通信装置执行，该通信装置可以是通信设备或者可以是配置于通信设备的组件（如芯片或芯片系统）执行，以下以第一通信装置执行该方法为例进行说明。

该方法包括：第一通信装置根据至少一个信道特征信息和至少一个能量标度信息，确定参考信号资源，该至少一个信道特征信息用于表征该第一通信装置与第二通信装置之间的信道，任意一个该信道特征信息用于指示该信道的能量分量与传输资源的对应关系，该参考信号资源包括该传输资源中的多个资源单元，在一个或多个该信道特征信息指示的对应关系中一个或多个该能量标度信息指示的能量与一个该资源单元相对应。该第一通信装置向该第二通信装置发送第一信息，该第一信息用于指示该至少一个能量标度信息。该第一通信装置向该第二通信装置发送参考信号，或该第一通信装置接收来自该第二通信装置的参考信号，其中，该参考信号承载在所述参考信号资源上。

应理解，在本申请中，“发送信息/信号”，仅表示信息/信号传递的走向，包括空口直接发送，也包括处理单元通过空口间接发送，所以“发送”也可以理解为芯片接口的“输出”。同理，“接收信息/信号”，仅表示信息/信号传递的走向，包括空口直接接收，也包括处理单元通过空口间接接收，所以“接收”也可以理解为芯片接口的“输入”。

根据上述方案，相较于传统的均匀参考信号资源的固定配置，第一通信装置可以基于信道特征灵活地调整与第二通信装置之间用于信道估计的参考信号的分布，能够提高信道估计的精度及资源利用率，以及，能够以与环境相匹配的较合理的参考信号资源开销实现较高精度的移动性场景下的信道估计。并且通过本申请的上述方案确定的参考信号资源可能非均匀分布的，第一通信装置与第二通信装置通过交互能量标度信息实现以相同方式

确定参考信号资源从而对参考信号资源达成共识。实现高精度、高效地信道估计。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该传输资源是时域资源和/或频域资源。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该第一通信装置根据至少一个信道特征信息和至少一个能量标度信息，确定参考信号资源，包括：该第一通信装置根据该至少一个信道特征信息、该至少一个能量标度信息和最小资源间隔信息，确定参考信号资源。其中，该参考信号资源中的任意两个资源单元之间的间隔大于或等于该最小资源间隔信息指示的间隔。

根据上述方案，由于相近的资源单元对应的信道特征相近，因此设定最小资源间隔，筛选满足需求的资源单元，使得第一通信装置确定的参考信号资源中任意两个资源单元之间的间隔大于或等于最小资源间隔。能够减小不必要的参考信号资源开销。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该最小资源间隔信息为预定义的、或由该第一通信装置确定的。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该方法还包括：该第一通信装置向该第二通信装置发送第二信息，该第二信息用于指示该至少一个信道特征信息。

根据上述方案，第一通信装置还向第二通信装置通知用于确定参考信号资源的至少一个信道特征信息，使得第一通信装置和第二通信装置基于相同的信道特征信息和能量标度信息确定的参考信号资源相同，从而使得两个通信装置对传输参考信号的参考信号资源达成共识，以便参考信号可靠传输。应理解，本申请并不限于此，用于确定参考信号资源的该至少一个信道特性信息可以是预定义的、根据预定义方式确定的或者由其他通信装置（如第三通信装置）传递给第一通信装置和/或第二通信装置的。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该信道特征信息用于指示用于表征该对应关系的基函数的信息，该基函数的信息包括以下一种或多种信息：

该基函数的标识、该基函数的函数类型信息、该基函数表征的对应关系中最大能量对应的资源信息、该基函数的频率信息或基函数的衰落特征信息。

根据上述方案，信道特征信息可以具体指示基函数的信息，使得第二通信装置可以基于信道特征信息确定用于表征信道的至少一个基函数，从而基于该至少一个基函数和至少一个能量标度信息确定参考信号资源。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该方法还包括：该第一通信装置接收来自该第二通信装置的第三信息，该第三信息用于指示该第二通信装置的位置、速度或移动方向中的一项或多项。该第一通信装置根据该第三信息，确定该至少一个信道特征信息。

根据上述方案，第一通信装置可以根据从第二通信装置获取到的感知信息（如位置、速度或移动方向中的一项或多项），确定用于表征信道的至少一个信道特征信息，使得该至少一个信道特征信息能够更精确地表征第一通信装置与第二通信装置之间的信道。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该方法还包括：该第一通信装置根据多个通信装置与该第一通信装置之间的信道状态信息、以及该多个通信装置的位置信息、速度信息或移动方向信息中的一项或多项，确定候选信道特征信息集合，该候选信道特征信息集合包括该至少一个信道特征信息。

根据上述方案，第一通信装置可以基于历史先验信息，拟合其所在环境的信道特征，得到候选信道特征信息集合，实现第一通信装置对其所在环境实现信道建模以及基于环境

变化进行实时模型调整。从而可以基于信道模型确定用于表征与第一通信装置通信的不同通信装置的信道特征信息，实现与通信装置的速度、位置及其所在环境相匹配的参考信号资源设计，能够实现较高精度的移动性场景下的信道估计。该确定候选信道特征信息集合的方式可以是采用人工智能的方式进行模型训练得到信道模型的方式。

- 5 结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该传输资源包括时域资源，该信道包括至少一个传输路径，一个该信道特征信息用于指示该信道在一个该传输路径中的能量分量与时间资源的对应关系。

根据上述方案，当传输资源包括时域资源时，不同信道特征信息可以表征一个传输路径上信道能量分量随时间的变化，能够通过多个信道特征信息表征多径信道的特征。

- 10 第二方面，提供了一种参考信号传输方法，该方法可以由通信装置执行，该通信装置可以是通信设备或者可以是配置于通信设备的组件（如芯片或芯片系统）执行，以下以第二通信装置执行该方法为例进行说明。

- 该方法包括：第二通信装置接收来自第一通信装置的第一信息，该第一信息用于指示至少一个能量标度信息。该第二通信装置根据至少一个信道特征信息和该至少一个能量标度信息，确定参考信号资源，该至少一个信道特征信息用于表征该第一通信装置与该第二通信装置之间的信道，任意一个该信道特征信息用于表征该信道的能量分量与传输资源的对应关系，该参考信号资源包括该传输资源中的多个资源单元，在一个或多个该信道特征信息指示的对应关系中一个或多个该能量标度信息指示的能量与一个该资源单元相对应。该第二通信装置接收来自该第一通信装置的参考信号，或该第二通信装置向该第一通信装置发送参考信号，其中，该参考信号承载在该参考信号资源上。
- 15
- 20

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该传输资源是时域资源和/或频域资源。

- 结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该第二通信装置根据至少一个信道特征信息和至少一个能量标度信息，确定参考信号资源，包括：该第二通信装置根据该至少一个信道特征信息、该至少一个能量标度信息和最小资源间隔信息，确定该参考信号资源。其中，该参考信号资源中的任意两个资源之间的间隔大于或等于该最小资源间隔信息指示的间隔。
- 25

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该最小资源间隔信息为预定义的或从该第一通信装置获取到的。

- 30 结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该方法还包括：该第二通信装置接收来自该第一通信装置的第二信息，该第二信息用于指示该至少一个信道特征信息。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该信道特征信息用于指示用于表征该对应关系的基函数的信息，该基函数的信息包括以下一种或多种信息：

- 该基函数的标识、该基函数的函数类型信息、该基函数表征的对应关系中最大能量对应的资源信息、该基函数的频率信息或该基函数的衰落特征信息。
- 35

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该方法还包括：第二通信装置根据该参考信号，确定信道状态特性信息，该信道状态特性信息用于指示该参考信号对应的该信道的状态。该第二通信装置根据该信道状态特性信息和该至少一个信道特征信息，确定信道信息。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该方法还包括：该第二通信装置向该第一通信装置发送第三信息，该第三信息用于指示该第二通信装置的位置、速度或移动方向中的一项或多项，该第三信息用于确定该至少一个信道特征信息。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该传输资源包括时域资源，该信道包括至少一个传输路径，一个该信道特征信息用于指示该信道在一个该传输路径中的能量分量与时间资源的对应关系。

第三方面，提供了一种通信装置，一种设计中，该装置可以包括执行第一方面或第一方面中任一种实施方式中所描述的方法/操作/步骤/动作所一一对应的模块，该模块可以是硬件电路，也可是软件，也可以是硬件电路结合软件实现。一种设计中，该装置包括：处理单元，用于根据至少一个信道特征信息和至少一个能量标度信息，确定参考信号资源，该至少一个信道特征信息用于表征第一通信装置与第二通信装置之间的信道，任意一个该信道特征信息用于指示该信道的能量分量与传输资源的对应关系，该参考信号资源包括该传输资源中的多个资源单元，在一个或多个该信道特征信息指示的对应关系中一个或多个该能量标度信息指示的能量与一个该资源单元相对应。收发单元，用于向该第二通信装置发送第一信息，该第一信息用于指示该至少一个能量标度信息。该收发单元还用于向该第二通信装置发送参考信号，或该第一通信装置接收来自该第二通信装置的参考信号，其中，该参考信号承载在该参考信号资源上。

应理解，第三方面中传输资源、最小时间间隔、信道特征信息的具体实施方式可以参考第一方面的描述，在此不再赘述。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，该处理单元具体用于根据该至少一个信道特征信息、该至少一个能量标度信息和最小资源间隔信息，确定参考信号资源。其中，该参考信号资源中的任意两个资源单元之间的间隔大于或等于该最小资源间隔信息指示的间隔。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，该收发单元还用于接收来自该第二通信装置的第三信息，该第三信息用于指示该第二通信装置的位置、速度或移动方向中的一项或多项。该处理单元还用于根据该第三信息，确定该至少一个信道特征信息。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，该处理单元还用于根据多个通信装置与该第一通信装置之间的信道状态信息、以及该多个通信装置的位置信息、速度信息或移动方向信息中的一项或多项，确定候选信道特征信息集合，该候选信道特征信息集合包括该至少一个信道特征信息。

第四方面，提供了一种通信装置，一种设计中，该装置可以包括执行第二方面或第二方面中任一种实施方式中所描述的方法/操作/步骤/动作所一一对应的模块，该模块可以是硬件电路，也可是软件，也可以是硬件电路结合软件实现。一种设计中，该装置包括：收发单元，用于接收来自第一通信装置的第一信息，该第一信息用于指示至少一个能量标度信息。处理单元，用于根据至少一个信道特征信息和该至少一个能量标度信息，确定参考信号资源，该至少一个信道特征信息用于表征该第一通信装置与第二通信装置之间的信道，任意一个该信道特征信息用于表征该信道的能量分量与传输资源的对应关系，该参考信号资源包括该传输资源中的多个资源单元，在一个或多个该信道特征信息指示的对应关系中一个或多个该能量标度信息指示的能量与一个该资源单元相对

应。该收发单元还用于接收来自该第一通信装置的参考信号，或该第二通信装置向该第一通信装置发送参考信号，其中，该参考信号承载在该参考信号资源上。

应理解，第四方面中传输资源、最小时间间隔、信道特征信息的具体实施方式可以参考第二方面的描述，在此不再赘述。

- 5 结合第四方面，在第四方面的某些实施方式中，该处理单元还用于根据该至少一个信道特征信息、该至少一个能量标度信息和最小资源间隔信息，确定该参考信号资源。其中，该参考信号资源中的任意两个资源之间的间隔大于或等于该最小资源间隔信息指示的间隔。

- 10 结合第四方面，在第四方面的某些实施方式中，该收发单元还用于接收来自该第一通信装置的第二信息，该第二信息用于指示该至少一个信道特征信息。

结合第四方面，在第四方面的某些实施方式中，该处理单元还用于根据该参考信号，确定信道状态特性信息，该信道状态特性信息用于指示该参考信号对应的该信道的状态。以及，该处理单元还用于根据该信道状态特性信息和该至少一个信道特征信息，确定信道信息。

- 15 结合第四方面，在第四方面的某些实施方式中，该处理单元还用于根据多个通信装置与该第一通信装置之间的信道状态信息、以及该多个通信装置的位置信息、速度信息或移动方向信息中的一项或多项，确定候选信道特征信息集合，该候选信道特征信息集合包括该至少一个信道特征信息。

- 20 第五方面，提供了一种通信装置，包括处理器。该处理器可以实现上述第一方面或第一方面中任一种可能的实现方式中的方法，或者实现上述第二方面以及第二方面中任一种可能实现方式中的方法。可选地，该通信装置还包括存储器，该处理器与该存储器耦合，可用于执行存储器中的指令，以实现上述第一方面或第一方面中任一种可能的实现方式中的方法，或者实现上述第二方面以及第二方面中任一种可能实现方式中的方法。可选地，该通信装置还包括通信接口，处理器与通信接口耦合。本申请中，通信接口可以是收发器、
25 管脚、电路、总线、模块或其它类型的通信接口，不予限制。

在一种实现方式中，该通信装置为通信设备(如通信设备可以是终端设备或网络设备)。当该通信装置为通信设备时，该通信接口可以是收发器，或，输入/输出接口。

在另一种实现方式中，该通信装置为配置于通信设备中的芯片。当该通信装置为配置于通信设备中的芯片时，该通信接口可以是输入/输出接口。

- 30 可选地，该收发器可以为收发电路。可选地，该输入/输出接口可以为输入/输出电路。

第六方面，提供了一种处理器，包括：输入电路、输出电路和处理电路。该处理电路用于通过该输入电路接收信号，并通过该输出电路发射信号，使得该处理器执行上述第一方面或第一方面中任一种可能的实现方式中的方法，或者执行上述第二方面以及第二方面中任一种可能实现方式中的方法。

- 35 在具体实现过程中，上述处理器可以为一个或多个芯片，输入电路可以为输入管脚，输出电路可以为输出管脚，处理电路可以为晶体管、门电路、触发器和各种逻辑电路等。输入电路所接收的输入的信号可以是由例如但不限于接收器接收并输入的，输出电路所输出的信号可以是由例如但不限于输出给发射器并由发射器发射的，且输入电路和输出电路可以是同一电路，该电路在不同的时刻分别用作输入电路和输出电路。本申请对处理器及各

种电路的具体实现方式不做限定。

第七方面，提供了一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括：计算机程序（也可以称为代码，或指令），当该计算机程序被运行时，使得计算机执行上述第一方面或第一方面中任一种可能的实现方式中的方法，或者执行上述第二方面以及第二方面中任一种可能实现方式中的方法。

第八方面，提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质存储有计算机程序（也可以称为代码，或指令）当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面或第一方面中任一种可能的实现方式中的方法，或者执行上述第二方面以及第二方面中任一种可能实现方式中的方法。

第九方面，提供了一种通信系统，包括前述的至少一个第一通信装置和前述的至少一个第二通信装置。

附图说明

图 1 是适用于本申请实施例提供的通信系统的示意性框图。

图 2 是本申请实施例的应用场景的一个示意图。

图 3 是本申请实施例提供的参考信号传输方法的示意性流程图。

图 4 是本申请实施例提供的用于表征信道的基函数的示意图。

图 5 是本申请实施例提供的确定参考信号资源的示意图。

图 6 是本申请的通信装置的一个示意性结构图。

图 7 是本申请的通信装置的另一个示意性结构图。

具体实施方式

下面将结合附图，对本申请中的技术方案进行描述。

在本申请实施例中，“/”可以表示前后关联的对象是一种“或”的关系，例如，A/B 可以表示 A 或 B；“和/或”可以用于描述关联对象存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况，其中 A，B 可以是单数或者复数。为了便于描述本申请实施例的技术方案，在本申请实施例中，可以采用“第一”、“第二”等字样进行区分。该“第一”、“第二”等字样并不对数量和执行次序进行限定，并且“第一”、“第二”等字样也并不限定一定不同。在本申请实施例中，“示例性的”或者“例如”等词用于表示例子、例证或说明，被描述为“示例性的”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其它实施例或设计方案更优选或更具优势。使用“示例性的”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念，便于理解。在本申请实施例中，至少一个（种）还可以描述为一个（种）或多个（种），多个（种）可以是两个（种）、三个（种）、四个（种）或者更多个（种），本申请不做限制。

本申请实施例的技术方案可以应用于各种通信系统，例如：长期演进（long term evolution, LTE）系统、5G 系统或新无线（new radio, NR）、非陆地网络（non-terrestrial networks, NTN）以及未来的通信系统，如第六代移动通信系统等。本申请对此不作限定。

图 1 是适用于本申请实施例的通信系统 100 的一个架构示意图。如图 1 所示，该通信系统 100 可以包括至少一个网络设备（如图 1 中的 110a、110b、110c），还可以包括至少

一个终端设备（如图 1 中的 120a-120g）。网络设备和网络设备之间可以通过有线或无线的方式相互连接。图 1 只是示意图，该通信系统中还可以包括其它网络设备，如还可以包括无线中继设备和无线回传设备等。

本申请实施例提供的第一通信装置可以是网络设备，或配置于网络设备的模块（如芯片或芯片系统）。网络设备可以是接入网设备，如基站（base station）、节点 B（Node B）、演进型节点 B（evolved NodeB, eNodeB 或 eNB）、发送接收点（transmission reception point, TRP）、第五代（5th generation, 5G）移动通信系统中的下一代节点 B（next generation NodeB, gNB）、开放无线接入网（open radio access network, O-RAN 或 open RAN）中的接入网设备、第六代（6th generation, 6G）移动通信系统中的下一代基站、或者是未来移动通信系统中的基站、或无线保真（wireless fidelity, WiFi）系统中的接入节点等。网络设备可以是卫星（如图 1 中的 110a），也可以是宏基站（如图 1 中的 110b），接入网设备还可以是微基站或室内站（如图 1 中的 110c），还可以是中继节点或施主节点等。本申请中对网络设备所采用的具体技术和具体设备形态不做限定。其中，本申请实施例中，网络设备的部分或全部功能可以在非陆地网络（non-terrestrial networks, NTN）平台（NTN 平台包括但不限于卫星、无人机系统（unmanned aircraft system, UAS）、高空通信平台（high altitude platform station, HAPS）等）上，或者网络设备的部分或全部功能在地面上，NTN 平台负责转发 UE 与接入网设备之间的信号。

本申请实施例提供的第一通信装置还可以是完成网络设备部分功能的模块或单元，例如，可以是集中式单元（central unit, CU）、分布式单元（distributed unit, DU）、集中单元控制面（CU control plane, CU-CP）模块、或集中单元用户面（CU user plane, CU-UP）模块等。在又一些部署中，第一通信装置还可以是天线单元（radio unit, RU）等。在又一些部署中，第一通信装置还可以是开放的无线接入网（open radio access network, ORAN）架构等等，本申请对于第一通信装置的具体类型不作限定。示例性的，在第一通信装置是 ORAN 架构时，本申请实施例所示的第一通信装置可以是 ORAN 中的接入网设备，或者是接入网设备中的模块等。在 ORAN 系统中，CU 还可以称为开放（open, O）-CU，DU 还可以称为 O-DU，CU-DU 还可以称为 O-CU-DU，CU-UP 还可以称为 O-CU-UP，RU 还可以称为 O-RU。实施例中描述的第一通信装置的接收操作在具体实施中可以是输入操作，发送操作可以是输出操作，以及从第二通信装置接收信号（如数据/信令/信号等）可以通过其他装置传递间接获取到的，向第二通信装置发送信号可以通过其他装置传递间接到达第二通信装置的。本申请对此不作限定。

本申请实施例提供的第二通信装置可以是终端设备，或配置于终端设备的模块（如芯片或芯片系统）。终端设备也可以称为终端，包括但不限于：用户设备（user equipment, UE）、移动台、或移动终端等。终端设备可以广泛应用于各种场景进行通信。该场景例如包括但不限于以下至少一个场景：增强移动宽带（enhanced mobile broadband, eMBB）、超高可靠性超低时延通信（ultra-reliable low-latency communication, URLLC）、大规模机器类型通信（massive machine-type communications, mMTC）、设备到设备（device-to-device, D2D）、车物（vehicle to everything, V2X）、机器类型通信（machine-type communication, MTC）、物联网（internet of things, IOT）、虚拟现实、增强现实、工业控制、自动驾驶、远程医疗、智能电网、智能家居、智能办公、智能穿戴、智能交通、或智慧城市等。终端设

备可以是手机（如图 1 中的手机 120a、120d、120f）、平板电脑、带无线收发功能的电脑（如图 1 中的电脑 120g）、可穿戴设备、车辆（如图 1 所示的 120b）、无人机、直升机、飞机（如图 1 中的 120c）、轮船、机器人、机械臂、或智能家居设备（如图 1 中的打印机 120e）等。本申请对终端设备所采用的具体技术和具体设备形态不做限定。

5 网络设备和/或终端设备可以是固定位置的，也可以是可移动的。网络设备和/或终端设备可以部署在陆地上，包括室内或室外、手持或车载；或者可以部署在水面上；或者可以部署在空中的飞机、气球和人造卫星上。本申请对网络设备和终端设备所处的环境/场景不做限定。网络设备和终端设备可以部署在相同的或不同的环境/场景，例如，网络设备和终端设备同时部署在陆地上；或者，网络设备部署在陆地上，终端设备部署在水面上等，
10 不再一一举例。

目前均匀分布的参考信号（如时域和/或频域等间隔分布）的传输方式，传输灵活性不足、可能存在参考信号资源开销较大，影响吞吐量的情况。例如，在通信设备之间相对速度较高以及多径较为丰富的场景中，同时存在时间选择性衰落和频率选择性衰落，参考信号资源开销变大且信道估计难度较大。

15 本申请提出对于同一场景中，对于通信设备之间存在相对速度的情况，该时变信道具有空间、时间连续性，如具有相对速度的两个通信设备之间的信号随着时间的推移在信道中多条传输路径上的能量分量的生灭过程具有连续性，即信号在各条传输路径上的能量分量与时间成线性关系。如图 2 所示，作为终端设备的汽车与网络设备之间的信号存在多条传输路径，如图 2 所示的反射路径 0、反射路径 1、反射路径 2 和直达路径 3。终端设备进入网络设备的覆盖范围到再次离开网络设备的覆盖范围的过程中，终端设备在不同位置的不同传输路径上的信号能量分量可能不同，但各路径上的信号能量的变化过程均是随着终端设备的移动（即随时间推移）由弱变强，再变弱。以及，对于同一场景的同一位置，散射体分布近似相同，与网络设备之间的相对速度不同的终端设备之间的多普勒谱成线性关系。因此，网络设备可以基于所在环境特性拟合信道特征，基于信道特征灵活地调整终端
20 设备用于信道估计的参考信号的分布，能够提高信道估计的精度及资源利用率，以及，能够以与环境相匹配的较合理的参考信号资源开销实现较高精度的移动性场景下的信道估计。
25

图 3 是本申请实施例提供的参考信号传输方法 200 的示意性流程图。该方法 200 包括但不限于如下步骤：

30 S301，第一通信装置根据 N 个信道特征信息和 M 个能量标度信息，确定参考信号资源，该 N 个信道特征信息用于表征第一通信装置与第二通信装置之间的信道，任意一个信道特征信息用于指示该信道的能量分量与传输资源的对应关系，其中，参考信号资源包括该传输资源中的多个资源单元，在一个或多个信道特征信息指示的对应关系中一个或多个能量标度信息指示的能量与参考信号资源中的一个资源单元相对应。

35 其中，N、M 为正整数。N 个信道特征信息中的每个信道特征信息用于指示信道的能量分量与传输资源的对应关系。该 N 个信道特征信息的组合可以表征第一通信装置与第二通信装置之间的信道，即表征第一通信装置与第二通信装置之间信道的总能量与传输资源之间的对应关系。

示例性地，传输资源是时域资源和/或频域资源。

例如,该传输资源为时域资源,则每个信道特性信息用于指示信道的能量分量随时间的变化关系,如第一通信装置与第二通信装置之间的信道包括N个信号传输路径,一个信道特征信息具体用于指示信道在一个传输路径中的能量分量与时间资源的对应关系。该N个信道特征信息的组合可以表征包括该N个传输路径的信道的总能量随时间的变化。

5 再例如,该传输资源为频域资源,N个信道特征信息分别表示不同多普勒频偏对应的对应关系,每个信道特征信息用于指示每种多普勒频偏对应的能量分量随频率的变化关系,该N个信道特征信息的组合可以表征不同多普勒频偏的信道的总能量随频率的变化。

再例如,该传输资源包括时间资源和频率资源,则一个信道特征信息用于指示信道的能量与时频资源的对应关系,该N个信道特征信息的组合可以表征信道的总能量与时频资源的对应关系。

10 应理解,本申请实施例中主要以传输资源是时间资源为例对本申请提供的方案进行说明,可以参考传输资源为时间资源的实施方式对传输资源为频率资源或时频资源进行实施,本申请不再一一赘述。

在一种实施方式中,该N个信道特征信息中的一个信道特征信息用于指示一个基函数,通过基函数表征信道特征信息指示的信道的能量分量与时间的对应关系,该N个信道特征信息指示了N个基函数,即该N个基函数的组合可以用于表征第一通信装置与第二通信装置之间的信道。

20 可选地,该N个基函数的函数类型可以相同或也可以不同。示例性地,该N个基函数的函数类型可以包括但不限于高斯包络复正弦函数、瑞利分布函数、或通过人工智能建模得到的模型函数中的一种或多种类型。

以基函数的函数类型为高斯包络复正弦函数、传输资源为时域资源为例,该N个基函数中的任一个基函数表示第一通信装置与第二通信装置之间的N个传输路径中的一个传输路径上信道的能量分量随时间的变化。如该N个传输路径可以是第一通信装置与第二通信装置之间能量最强的N个传输路径。如图4所示的4个基函数分别为基函数0、基函数1、基函数2和基函数3。该4个基函数可以分别表示第一通信装置与第二通信装置之间的4个传输路径上信道的能量分量随时间的变化。比如,该4个传输路径可以是图2所示示例中的4个传输路径上信道的能量分量随时间的变化。该4个基函数的叠加可以表征第一通信装置与第二通信装置之间的信道的总能量随时间的变化。具体地,该4个基函数可以是表征未来一段时间内该4个传输路径上信道的能量随时间的变化情况,使得第一通信装置可以基于信道可能的变化情况,确定用于传输参考信号的参考信号资源,从而更准确地

30 地进行信道估计,以提高信号传输的可靠性。

应理解,考虑到第一通信装置与第二通信装置之间的相对速度,如第一通信装置为位置固定,第二通信装置相较于第一通信装置具有一定的移动速度,第二通信装置的位置随时间变化。因此,该N个基函数中的任一个基函数也可以表示第一通信装置与第二通信装置之间的N个传输路径中的一个传输路径上信道的能量分量随第二通信装置的位置(或相对于某一参照点距离)的变化情况。

该N个信道特征信息可以是预配置的,或由第一通信装置确定的。

一个示例中,该N个信道特征信息可以是预配置在第一通信装置的。例如,第一通信装置是接入网设备,接入网设备可以预配置有与该接入网设备所在环境相匹配的该N个

信道特征信息。接入网设备可以基于预配置的该N个信道特征信息确定参考信号资源。

另一个示例中，该N个信道特征信息可以是由第一通信装置确定的。

第一通信装置可以获取第三信息，该第三信息用于指示第二通信装置的位置、速度或移动方向中的一项或多项。第一通信装置可以根据该第三信息，确定该N个信道特征信息。

示例性地，该第三信息可以是感知信号携带的第二通信装置的感知信息，第二通信装置向第一通信装置发送携带第三信息的感知信号，第一通信装置可以测量感知信号，得到该第三信息。或者，该第三信息可以是第二通信装置向第一通信装置发送的通信信息。本申请对此不作限定。

第一通信装置获取到第二通信装置的第三信息后，可以根据第二通信装置所在位置、速度或移动方向中的一项或多项，在候选信道特征信息集合中确定用于表征第一通信装置与第二通信装置之间信道的N个信道特征信息。

该候选信道特征信息集合是第一通信装置所在环境对应的信道特征信息集合。第一通信装置可以基于历史先验信息，确定该候选信道特征信息集合。该历史先验信息可以包括但不限于历史上与第一通信装置通信的多个通信装置的感知信息及信道状态信息。其中，该感知信息可以包括但不限于多个通信装置的速度、位置和移动方向中的一项或多项。

具体地，第一通信装置可以基于历史先验信息，确定该第一通信装置所在环境对应的候选基函数集合。上述信道特征信息集合中的一个候选信道特征信息用于指示该候选基函数集合中的一个候选基函数。

一个示例中，可以预定义基函数集合，第一通信装置可以基于历史先验信息，在预定义的基函数集合中确定与该第一通信装置所在环境相对应的候选基函数集合。

另一个示例中，可以预定义基函数的至少一种特征参数的候选值集合。第一通信装置可以基于历史先验信息，在该至少一个特征参数的候选值集合中选择每种特征参数的候选值，确定与该第一通信装置所在环境相对应的候选基函数，得到候选基函数集合。

例如，第一通信装置可以基于移动路线相同或近似相同的多个通信装置的历史先验信息，确定该移动路线上不同信号传输路径上的信道能量分量与时间/位置的对应关系，对于一个传输路径，第一通信装置可以基于该传输路径上的信道能量分量与时间/位置的对应关系，确定表征该对应关系的基函数的类型、基函数的最大能量对应的时间中心、基函数的频率信息（如浮动频率）以及基函数的衰落特征信息中的一项或多项等，以便基函数能够较准确地表示该传输路径上的信道能量分量与时间/位置的对应关系。第一通信装置可以在各特征参数的候选值集合中确定能够使得基函数较准确地表征对应关系的参数值。

以基函数的类型是高斯包络复正弦函数为例，一个高斯包络复正弦函数可以用于表征一个传输路径上的信道的能量分量 $h(t)$ 随时间 t 的变化，即能量分量 $h(t)$ 与时间 t 的对应关系，如该对应关系满足：

$$h(t) = \left(\frac{\alpha}{\pi} \right)^{\frac{1}{4}} e^{-\frac{\alpha}{2}(t-T)} e^{j\Omega t},$$

其中，该高斯包络复正弦函数的特征参数可以包括衰减系数 α 、时间中心 T 和频率中心 Ω ，第一通信装置基于历史先验信息确定该传输路径上的信道能量分量与时间/位置

的对应关系，第一通信装置通过确定衰减系数 α 、时间中心 T 和频率中心 Ω 三个特征参数的取值，得到能够较准确地表征该对应关系的高斯包络复正弦函数。如第一通信装置可以在各特征参数的候选值集合中确定能够使得基函数较准确地表征对应关系的参数值。

以上仅为示例，在具体实施中，还可以是仅预定义基函数的一种或多种类型，由第一通信装置计算得到基函数的各特征参数的取值。本申请对此不作限定。

第一通信装置可以确定 M 个能量标度信息，从而基于 N 个信道特征信息和 M 个能量标度信息，确定参考信号资源。

第一通信装置可以根据 N 个路径上信道的能量分量与时间/位置的对应关系，即根据各路径上信道的能量分量随时间的可能变化情况，确定 M 个能量标度信息，使得在 N 个对应关系中该 M 个能量标度信息指示的能量对应的时间上传输参考信号，能够基于该参考信号测量得到较准确的信道信息。

例如，以图4所示的用于表征4个传输路径上的信道的能量分量随时间变化的4个基函数为例，第一通信装置可以根据基于4个传输路径的变化特征，确定能够获取到各路径变化特征的2个能量标度信息，如该2个能量标度信息分别指示能量 h_1 和能量 h_2 ，第一通信装置再确定4个基函数中与能量 h_1 、能量 h_2 对应的时间，例如图5所示，第一通信装置可以确定该4个基函数中的每个基函数中能量 h_1 对应的时间以及能量 h_2 对应的时间，确定时间 t_1 至 t_{10} ，第一通信装置可以确定参考信号资源，该参考信号资源包括10个资源单元，即10个时间单元，该10个时间单元分别为时间单元 t_1 至时间单元 t_{10} 。示例性地，时间单元可以是时域符号，如正交频分复用（orthogonal frequency division multiplexing, OFDM）符号。或者时间单元可以是包含预定义数量的时域符号的时域符号组，如时隙、子帧等。但本申请不限于此，时间单元还可以是微秒、毫秒或秒。

如基函数为高斯包络复正弦函数，基函数 $h(t,i)$ 满足下式：

$$h(t,i) = \left(\frac{\alpha_i}{\pi}\right)^{\frac{1}{4}} e^{-\frac{\alpha_i}{2}(t-T_i)} e^{j\Omega_i t}$$

其中， i 为基函数标识， i 等于0、1、2或3。第一通信装置可以确定 $h(t,i)=h_1$ 时的时间 t_{i,h_1} 以及 $h(t,i)=h_2$ 时的时间 t_{i,h_2} 。第一通信装置可以确定时间单元 t_1 至时间单元 t_{10} 。

一种实施方式中，该第一通信装置根据 N 个信道特征信息和 M 个能量标度信息，确定参考信号资源，包括：第一通信装置根据 N 个信道特征信息、 M 个能量标度信息以及最小资源间隔信息，确定参考信号资源。参考信号资源中的任意两个资源单元之间的间隔大于或等于该最小资源间隔信息指示的间隔（即最小资源间隔）。

该第一通信装置根据 N 个信道特征信息和 M 个能量标度信息，确定的参考信号资源中的资源单元之间可能存在相近的资源单元，相近的资源单元对应的信道特征相近，因此设定最小资源间隔，筛选满足需求的资源单元，使得第一通信装置确定的参考信号资源中任意两个资源单元之间的间隔大于或等于最小资源间隔。以减小不必要的参考信号资源开销。

示例性地，最小资源间隔可以是预定义的。或者最小资源间隔是由第一通信装置按需确定的。比如，第一通信装置可以根据业务需求对应的信道估计的精度，确定最小资源间隔。和/或第一通信装置可以基于通信资源利用率确定该最小资源间隔。本申请对此不作限

定。

例如，第一通信装置确定了如图 5 所示的 t_1 至 t_{10} 共 10 个时间单元，第一通信装置可以按照时间的先后顺序判断两个相邻时间单元之间的时间间隔与最小资源间隔之间的大小，若两个相邻时间单元之间的时间间隔大于或等于最小资源间隔，则保留该两个时间单元，若两个相邻时间单元之间的时间间隔小于最小资源间隔，则在该两个时间单元中保留时间在前的时间单元，删除时间在后的时间单元。如 t_1 与 t_2 之间的时间间隔小于最小资源间隔，则第一通信装置保留时间在前的时间单元 t_1 ，而 t_1 与 t_3 之间的时间间隔大于最小资源间隔，则保留 t_1 与 t_3 ，以此类推。或者若两个相邻时间单元之间的时间间隔小于最小资源间隔，第一通信装置可以保留时间在后的时间单元，删除时间在前的时间单元。

再例如，第一通信装置可以根据 N 个基函数之间的优先级，若两个相邻时间单元之间的时间间隔小于最小资源间隔，则保留基于高优先级的基函数确定的时间单元，若该两个时间单元是基于同一基函数确定的时间单元，则保留时间在前或时间在后的时间单元。

一种实施方式中，基函数之间的优先级可以基于基函数的衰落特征确定。

例如，基函数为高斯包络复正弦函数，则可以基于滚降系数确定基函数之间的优先级，可以规定滚降系数越大的基函数优先级越高。

再例如，基函数之间的优先级可以基于基函数在预设时间段内的能量极差（即能量最大值与最小值之间的差值）确定。如能量极差越大优先级越高。

S302，第一通信装置向第二通信装置发送第一信息，该第一信息用于指示至少一个能量标度信息。

相应地，第二通信装置接收来自第一通信装置的该第一信息。第二通信装置根据该第一信息，确定该 M 个能量标度信息。

例如，该 M 个能量标度信息为 M 个能量值，第一信息可以包括该 M 个能量值，或者可以预定义或预配置多个候选能量值和每个候选能量值的标识，该第一信息包括 M 个标识，该 M 个标识对应的候选能量值为该 M 个能量值。再或者，可以预定义多个候选能量值集合和每个候选能量值集合的标识，每个候选能量值集合包括至少一个能量值，该第一信息包括一个标识，该标识对应的候选能量值集合包含该 M 个能量值。但本申请不限于此，第一信息还可以采用其他方式指示该 M 个能量标度信息。

S303，第二通信装置根据 N 个信道特征信息和 M 个能量标度信息，确定参考信号资源。

该 N 个信道特征信息可以是预配置的，或者，第一通信装置向第二通信装置发送第二信息，该第二信息用于指示该 N 个信道特征信息。第二通信装置接收到第二信息后，根据第二信息确定该 N 个信道特征信息。

该 N 个信道特征信息包括用于表征信道的能量分量与传输资源的对应关系的基函数的信息。该基函数的信息包括以下一种或多种信息：

基函数的标识、基函数的函数类型信息、基函数表征的对应关系中最大能量对应的资源信息、基函数的频率信息或基函数的衰落特征信息。

例如，可以预定义基函数集合，信道特征信息中包含基函数的标识，第二通信装置可以根据该 N 个信道特征信息中包含的基函数的标识，在基函数集合中确定与 N 个标识相对应的 N 个基函数。第二通信装置可以根据该 N 个基函数和 M 个能量标度信息，确定参

考信号资源。

再例如，可以预定义基函数的至少一种特征参数的候选值集合。该N个信道特征信息中一个信道特征信息包括一个基函数的每种特征参数的候选值的标识，第二通信装置可以根据该N个信道特征信息和基函数的每种特征参数的候选值集合确定N个基函数。

- 5 再例如，可以预定义基函数的类型，该N个信道特征信息中一个信道特征信息包括第一通信装置确定的一个基函数的每种特征参数的参数值。第二通信装置可以根据预定义基函数的类型和该N个信道特征信息确定N个基函数。

- 10 第二通信装置确定参考信号资源的方式与第一通信装置确定参考信号资源的方式相同，具体可以前文中的描述进行实施，在此不再赘述。第一通信装置与第二通信装置采用相同的方式确定的参考信号资源相同，实现对参考信号资源达成共识。

若第一通信装置基于N个信道特征信息、M个能量标度信息和最小资源间隔信息，确定参考信号资源，则第二通信装置采用相同的方式确定参考信号资源。该最小资源间隔信息可以是预定义的，或者是第二通信装置从第一通信装置获取到的。

- 15 应理解，信道特征信息、能量标度信息和最小资源间隔信息中的一种或多种信息可以承载在由第一通信装置向第二通信装置发送的同一信息中，或者分别承载在不同信息中。本申请对此不作限定。

S304，第一通信装置与第二通信装置在该参考信号资源上传输参考信号。

一种实施方式中，第一通信装置向第二通信装置发送参考信号，该参考信号承载在上述参考信号资源上。

- 20 第一通信装置在参考信号资源上向第二通信装置发送参考信号，相应地，该第二通信装置在该参考信号资源上接收该参考信号。

第二通信装置可以根据该参考信号确定信道状态特性信息，该信道状态特性信息用于指示参考信号对应的信道的状态。该第二通信装置再根据该信道状态特性信息和用于确定参考信号资源的N个信道特征信息，得到信道信息。

- 25 另一种实施方式中，第二通信装置向第一通信装置发送参考信号，该参考信号承载在上述参考信号资源上。

第一通信装置在参考信号资源上向第二通信装置发送参考信号，相应地，该第一通信装置在该参考信号资源上接收该参考信号。

- 30 第一通信装置可以根据该参考信号确定信道状态特性信息，该信道状态特性信息用于指示参考信号对应的信道的状态。该第一通信装置再根据该信道状态特性信息和用于确定参考信号资源的N个信道特征信息，得到信道信息。

- 35 在具体实施中，图2所示实施例第一通信装置可以配置于网络设备、第二通信装置可以配置于终端设备。或者第一通信装置可以配置于终端设备、第二通信装置可以配置于网络设备。再或者，第一通信装置和第二通信装置可以分别配置于不同的两个终端设备或不同的网络设备，本申请对此不作限定。

例如，第一通信装置可以是网络设备，第二通信装置可以是终端设备。网络设备执行S301，确定参考信号资源后，向终端设备发送第一信息，由终端设备根据第一信息执行S303确定该参考信号资源。如该参考信号资源可以下行参考信号资源，则网络设备在该参考信号资源发送下行参考信号，相应地，终端设备在该参考信号资源接收来自网络设备的该参

考信号, 根据该参考信号得到下行信道信息。或者该参考信号资源可以上行参考信号资源, 则终端设备在该参考信号资源发送上行参考信号, 相应地, 网络端设备在该参考信号资源接收来自终端设备的该参考信号, 根据该参考信号得到上行信道信息。

再例如, 第一通信装置可以是终端设备, 第二通信装置可以是网络设备。终端设备执行 S301, 确定参考信号资源后, 向网络设备发送第一信息, 网络设备根据第一信息执行 S303 确定该参考信号资源。该参考信号资源可以下行参考信号资源, 或上行参考信号资源。

根据上述方案, 第一通信装置可以基于所在环境特性拟合信道特征, 基于信道特征灵活地调整与第二通信装置之间用于信道估计的参考信号的分布, 能够提高信道估计的精度及资源利用率, 以及, 能够以与环境相匹配的较合理的参考信号资源开销实现较高精度的移动性场景下的信道估计。

下面介绍本申请实施例提供的一种基于历史先验信息确定该传输路径上的信道能量分量与时间/位置的对应关系的方式, 应理解本申请不限于此。

通过多普勒 (Doppler) 谱的特性可知, 同一场景中的相同位置处散射体分布近似相同, 且不同速度的通信装置之间的 Doppler 谱成线性关系。本申请提出通信装置可以根据历史先验信息, 即与该通信装置通信的不同速度的其他通信装置在同一位置处的 Doppler 谱和信道特征, 通过基函数集合拟合时频分析方法预测与目标通信装置之间的信道。如前文实施例中, 第一通信装置可以基于该方法预测与第二通信装置之间的信道, 得到用于表征该信道的多个信道特征信息, 以便确定参考信号资源。

基于自适应展开理论, 较好的基函数设计可以实现残差能量以指数衰减收敛到 0, 信道 $\mathbf{h}_{target}(t)$ 可以基于自适应基函数集合被很好重建。

$$\mathbf{h}_{target}(t) = \sum_{p=1}^{N_{base}} \mathbf{B}_p \mathbf{h}_p(t)$$

其中, $\mathbf{B}_p$ 是自适应展开系数, $\mathbf{h}_p(t)$ 为基函数, 通信装置可以基于历史先验信息, 通过迭代、穷举搜索得到每次迭代的 $\mathbf{B}_p$ 和 $\mathbf{h}_p(t)$, 第 p 次迭代后的残差为 $\mathbf{s}_p = \mathbf{s}_{p-1} - \mathbf{B}_{p-1} \mathbf{h}_{p-1}(t)$,

若满足迭代中断条件: $\frac{\|\mathbf{s}_p\|_2^2}{\|\mathbf{s}_0\|_2^2} \leq \xi$, 其中, ξ 为预设的误差容忍极限, $\|\mathbf{X}\|_2^2$ 表示 $\mathbf{X}$ 的 2 范数的平方, 即表示 $\mathbf{X}$ 的内积。如通信装置在第 $N_{iterate}$ 次迭代后满足迭代中断条件, 则通过 $N_{iterate}$ 次迭代得到的 $N_{iterate}$ 个自适应展开系数和 $N_{iterate}$ 个基函数为用于表征信道的基函数集合,

$1 \leq p \leq N_{iterate}$ 。

下面以高斯包络复正弦函数作为基函数为例介绍迭代搜索自适应展开系数和基函数的方式。应理解, 本申请并不限于此, 在具体实施例中也可以选择其他函数以及多种不同类型的函数结合用于表征通信装置之间的信道。如第 p 次迭代对应的高斯包络复正弦函数可以表示如下:

$$\mathbf{h}_p(t) = \left(\frac{\alpha_p}{\pi} \right)^{\frac{1}{4}} e^{-\frac{\alpha_p}{2}(t-T_p)} e^{j\Omega_p t},$$

其中, 参数变量 α_p 、 T_p 和 Ω_p 分别是第 p 次迭代的高斯包络的方差的倒数、高斯函数的时间中心以及高斯函数的频率中心。每次迭代的目标是搜索得到最优得 α_p 、 T_p 和 Ω_p 。

以下以网络设备确定目标终端设备的信道特征为例进行详细说明。网络设备可以以与该网络设备通信的 N_{MT} 个终端设备的感知信息和信道特征作为预测目标终端设备的信道特征的历史先验信息。以终端设备 1 的速度为其他终端设备的速度的整数倍为例，如终端设备 1 的速度为终端设备 i_{MT} ($i_{MT}=2, 3, \dots, N_{MT}$) 的 i_{MT} 倍。则终端设备 i_{MT} 的速

5 度可以表示为：

$$v_{i_{MT}} = \frac{v_1}{i_{MT}},$$

故终端设备 i_{MT} 的信道采样数（或者称为快照数） $N_{snapshot}^{(i_{MT})}$ 为

$$N_{snapshot}^{(i_{MT})} = \frac{L_{path}}{r_{update} v_{i_{MT}}} + 1,$$

10 其中， r_{update} 为信道更新率（或者称为信道在时间上的采样率）， L_{path} 为采样路径长度。终端设备 i_{MT} 的信道频率响应（channel frequency response, CFR）记为

$$\tilde{\mathbf{H}}^{(i_{MT})} \in \mathbb{C}^{N_c \times N_{snapshot}^{(i_{MT})}},$$

其中，子载波数 N_c ，在本申请中， $\mathbb{C}^{A \times B}$ 表示 A 行 B 列的复数矩阵的集合， $\tilde{\mathbf{H}}^{(i_{MT})}$ 中的 $N_{snapshot}^{(i_{MT})}$ 个列向量是 $N_{snapshot}^{(i_{MT})}$ 个采样时刻对终端设备 i_{MT} 的信道采样得到的频率响应向量。

15 由于终端设备 1 的速度为终端设备 i_{MT} 的 i_{MT} 倍且 N_{MT} 个终端设备采样路径等长，均为 L_{path} ，因此终端设备 i_{MT} 的信道频率响应 $\tilde{\mathbf{H}}^{(i_{MT})}$ 的第 $(1+k \cdot i_{MT})$ 列 ($k=0, 1, \dots, N_{snapshot}^{(1)}$) 即是终端设备 1 的采样信道频率响应 $\tilde{\mathbf{H}}^{(1)}$ 的第 $k+1$ 列，即

$$\tilde{\mathbf{H}}^{(1)} = \tilde{\mathbf{H}}^{(i_{MT})} \left(:, 1:i_{MT} : N_{snapshot}^{(i_{MT})} \right) \in \mathbb{C}^{N_c \times N_{snapshot}^{(1)}},$$

$$\text{其中， } 1:i_{MT} : N_{snapshot}^{(i_{MT})} = \begin{bmatrix} 1 & i_{MT} & 2i_{MT} & \dots & N_{snapshot}^{(1)} i_{MT} \end{bmatrix}.$$

20 网络设备可以需要获取的目标终端的信道频率响应的采用时刻数量（或者说采样位置数量） L_{slot} ，获取作为历史先验信息的该 N_{MT} 个终端设备的 N_{MT} 个信道频率响应中每个信道频率响应的前 L_{slot} 列，该 N_{MT} 个终端设备中的终端设备 i_{MT} 的信道频率响应的前 L_{slot} 列可以为 $\mathbf{H}^{(i)}(:, 1:L_{slot})$ ，以该 N_{MT} 个信道频率响应中每个信道频率响应的前 L_{slot} 列的叠加作初始残差 $\mathbf{s}_0$ ， $\mathbf{s}_0$ 满足：

$$\mathbf{s}_0 = \sum_{i=1}^{N_{MT}} \tilde{\mathbf{H}}^{(i_{MT})}(:, 1:L_{slot}).$$

25 即 $\mathbf{s}_0$ 中的 L_{slot} 个列向量分别为目标终端设备未来 L_{slot} 个采样时刻（或者说 L_{slot} 个采样时刻所在的位置）对应的信道频率响应的初始估计值。

网络设备基于初始残差 $\mathbf{s}_0$ 进行 α_p 、 T_p 和 Ω_p 的迭代搜索，以便得到每次迭代确定的最优 α_p 、 T_p 和 Ω_p ，如前文描述 p 为迭代次数的标识， $p=1, 2, \dots, N_{iterate}$ 。

30 如前文介绍，网络设备将在某一次（如第 $N_{iterate}$ 次）迭代后确定满足迭代中断条件，并通过该 $N_{iterate}$ 次迭代得到的 $N_{iterate}$ 个自适应展开系数和 $N_{iterate}$ 个基函数为用于表征信道的基函数集合。对于每次迭代，网络设备进行 S 次穷举搜索，且每次迭代中 $\alpha_{p,s}$ 和 $T_{p,s}$ 的搜索范围和穷举搜索的步长可以随着穷举搜索的次数依次减小。其中，参数变量 $\alpha_{p,s}$ 、 $T_{p,s}$

分别是第 p 次迭代中第 s 次穷举搜索的高斯包络的方差的倒数和高斯函数的时间中心。 $p=1, 2, \dots, N_{\text{iterate}}$, 其中, $N_{\text{iterate}} \leq I_{\text{max}}$, I_{max} 是预定义的最大迭代次数, 穷举搜索次数的标识 $s=1, 2, \dots, S$, S 为最大搜索次数。

示例性地, 第 p 次迭代中每次搜索 $\alpha_{p,s}$ 和 $T_{p,s}$ 的搜索范围和搜索的步长可以如表 1 所示, 表 1 以搜索次数 $S=3$ 为例, 其中, 首次穷举搜索 $s=1$ 时, 网络设备在较大 $\alpha_{p,s}$ 和 $T_{p,s}$ 的搜索范围, 以较大步长, 搜索到次优参数 $\bar{\alpha}_{p,1}$ 和 $\bar{T}_{p,1}$, 如网络设备以步长为 10, 在 $\alpha_{p,1} \in [0, A], T_{p,1} \in [0, L_{\text{slot}} - 1]$ 的搜索范围内搜索到次优参数 $\bar{\alpha}_{p,1}$ 和 $\bar{T}_{p,1}$ 。然后, 第 2 次穷举搜索 $s=2$ 时, 缩小搜索范围以更小步长进一步搜索到次优参数 $\bar{\alpha}_{p,2}$ 和 $\bar{T}_{p,2}$, 如网络设备以步长为 1, 在

$$\alpha_{p,2} \in \left[\max \left\{ \bar{\alpha}_{p,1} - \frac{A}{100}, 0 \right\}, \min \left\{ \bar{\alpha}_{p,1} + \frac{A}{100}, A \right\} \right],$$

$$T_{p,2} \in \left[\max \left\{ \bar{T}_{p,1} - \frac{A}{100}, 0 \right\}, \min \left\{ \bar{T}_{p,1} + \frac{A}{100}, L_{\text{slot}} - 1 \right\} \right]$$

的搜索范围内搜索得到次优参数 $\bar{\alpha}_{p,2}$ 和 $\bar{T}_{p,2}$ 。最后, 在本次迭代中最后一次搜索 $s=3$ 时, 在

$$\alpha_{p,3} \in \left[\max \left\{ \bar{\alpha}_{p,2} - \frac{A}{1000}, 0 \right\}, \min \left\{ \bar{\alpha}_{p,2} + \frac{A}{1000}, A \right\} \right],$$

$$T_{p,3} \in \left[\max \left\{ \bar{T}_{p,2} - \frac{A}{1000}, 0 \right\}, \min \left\{ \bar{T}_{p,2} + \frac{A}{1000}, L_{\text{slot}} - 1 \right\} \right]$$

的搜索范围内搜索到的最优参数 $\bar{\alpha}_{p,S}$ 和 $\bar{T}_{p,S}$ 。

表 1

s	第 s 次穷举搜索中 $\alpha_{p,s}$ 和 $T_{p,s}$ 的搜索范围	步长
1	$\alpha_{p,1} \in [0, A], T_{p,1} \in [0, L_{\text{slot}} - 1]$	10
2	$\alpha_{p,2} \in \left[\max \left\{ \bar{\alpha}_{p,1} - \frac{A}{100}, 0 \right\}, \min \left\{ \bar{\alpha}_{p,1} + \frac{A}{100}, A \right\} \right],$ $T_{p,2} \in \left[\max \left\{ \bar{T}_{p,1} - \frac{A}{100}, 0 \right\}, \min \left\{ \bar{T}_{p,1} + \frac{A}{100}, L_{\text{slot}} - 1 \right\} \right]$	1
3	$\alpha_{p,3} \in \left[\max \left\{ \bar{\alpha}_{p,2} - \frac{A}{1000}, 0 \right\}, \min \left\{ \bar{\alpha}_{p,2} + \frac{A}{1000}, A \right\} \right],$ $T_{p,3} \in \left[\max \left\{ \bar{T}_{p,2} - \frac{A}{1000}, 0 \right\}, \min \left\{ \bar{T}_{p,2} + \frac{A}{1000}, L_{\text{slot}} - 1 \right\} \right]$	0.1

以上对每次迭代中穷举搜索的范围和穷举搜索的补偿进行了介绍。下面具体迭代方式进行描述。网络设备获取经过高斯包络调制的 CFR 矩阵 $\mathbf{R}_{p,s}$, 可以表示如下:

$$\mathbf{R}_{p,s} = \mathbf{s}_p \odot (\mathbf{1}_{N_c \times 1} \otimes \mathbf{G}_{\alpha_{p,s}, T_{p,s}})$$

其中, $\odot$ 表示哈达玛 (Hadamard) 积, $\otimes$ 表示卷积, N_c 为通信频带中的子载波数, $\mathbf{G}_{\alpha_{p,s}, T_{p,s}}$ 为高斯包络函数集合, 记作:

$\mathbf{G}_{\alpha_{p,s}, T_{p,s}} = \begin{bmatrix} g_{\alpha_{p,s}, T_{p,s}}(0) & g_{\alpha_{p,s}, T_{p,s}}(1) & \cdots & g_{\alpha_{p,s}, T_{p,s}}(L_{slot}-1) \end{bmatrix}$,
 $g_{\alpha_{p,s}, T_{p,s}}(n)$ 为高斯包络函数, 记作:

$$g_{\alpha_{p,s}, T_{p,s}}(n) = \left(\frac{\alpha_{p,s}}{\pi} \right)^{\frac{1}{4}} e^{-\frac{\alpha_{p,s}}{2}(n-T_{p,s})^2}, \text{ 其中, } n=0,1,\dots,L_{slot}-1$$

以第 c 个子载波为例, 第 c 个子载波上的调制 CFR 矢量为 $\mathbf{r}_{p,s}^{(c)} = \mathbf{R}_{p,s}(c, :)$, 则对应第 c
 5 个子载波的自适应扩展系数为

$$\mathbf{B}_{p,s}^{(c)}(k) = \sum_{n=0}^{L_{slot}-1} \mathbf{r}_{p,s}^{(c)}(n) e^{-j \frac{2\pi}{L_{slot}} n(k-1)}, k=1,2,\dots,L_{slot}$$

上式计算形式上等效于 $\mathbf{r}_{p,s}^{(c)}$ 的 L_{slot} 点离散傅里叶变换 (discrete fourier transform, DFT),
 即 $\mathbf{B}_{p,s}^{(c)} = \mathbf{r}_{p,s}^{(c)} \mathbf{F}_{L_{slot}}$, $\mathbf{F}_{L_{slot}} \in \mathbb{C}^{L_{slot} \times L_{slot}}$, $\mathbf{F}_{L_{slot}}$ 为 DFT 矩阵, 可以利用快速傅里叶变换 (fast fourier
 transform, FFT) 算法以提高计算效率。

10 为综合分析每对穷举搜索到的 $\alpha_{p,s}$ 和 $T_{p,s}$ 的取值对自适应扩展系数的影响, 将频带内
 等效自适应扩展系数 (或者称为 N_c 个子载波的等效自适应扩展系数) $\mathbf{B}_{p,s}$ 记为:

$$\mathbf{B}_{p,s} = \sum_{c=1}^{N_c} \left\langle \mathbf{B}_{p,s}^{(c)} \right\rangle^2,$$

其中, $|\mathbf{X}|$ 为对矩阵或矢量 $\mathbf{X}$ 中每个元素取模, $\langle \mathbf{X} \rangle^2$ 为对矩阵或矢量 $\mathbf{X}$ 中每个元素取
 平方。网络设备可以定义一个存储矩阵 $\Lambda_{p,s}$, 其行数与第 s 次穷举搜索到的 $\alpha_{p,s}$ 和 $T_{p,s}$ 取值
 15 的组合的数量相等, 即网络设备在第 s 次穷举搜索中基于第 s 次穷举搜索对应的搜索步长
 分别在 $\alpha_{p,s}$ 和 $T_{p,s}$ 的搜索范围内搜索到的 $\alpha_{p,s}$ 和 $T_{p,s}$ 取值的组合的数量。 $\Lambda_{p,s}$ 的第 l 行, 即
 $\Lambda_{p,s}(l, :)$ 对应第 s 次穷举搜索时搜索到的第 l 对 $\alpha_{p,s}$ 和 $T_{p,s}$ 的组合, 即在搜索 $\alpha_{p,s}$ 的搜索范
 围内以第 l 倍步长得到的 $\alpha_{p,s}^l$ 及在搜索 $T_{p,s}$ 的搜索范围内以第 l 倍步长得到的 $T_{p,s}^l$ 。 $\Lambda_{p,s}$ 的
 第 l 行 $\Lambda_{p,s}(l, :)$ 可以表示如下

$$20 \quad \Lambda_{p,s}(l, :) = \begin{bmatrix} \frac{[\mathbf{B}_{p,s}]_{\max}}{\sqrt{\mathbf{G}_{\alpha_{p,s}^l, T_{p,s}^l} \mathbf{G}_{\alpha_{p,s}^l, T_{p,s}^l}^H}} & \alpha_{p,s}^l & T_{p,s}^l & \Omega_{p,s}^l \end{bmatrix},$$

其中, $\Lambda_{p,s}(l, :)$ 还包括 $\frac{[\mathbf{B}_{p,s}]_{\max}}{\sqrt{\mathbf{G}_{\alpha_{p,s}^l, T_{p,s}^l} \mathbf{G}_{\alpha_{p,s}^l, T_{p,s}^l}^H}}$, $[\mathbf{B}_{p,s}]_{\max}$ 为 $\mathbf{B}_{p,s}$ 中的最大元素, $[\mathbf{B}_{p,s}]_{\max}$ 在

$\mathbf{B}_{p,s}$ 中的索引记作 m 。若 $m > L_{slot}$, 则 $\tilde{\Omega}_{p,s} = m - L_{slot}$; 否则, $\tilde{\Omega}_{p,s} = m$ 。

网络设备在第 s 次穷举结束得到 $\Lambda_{p,s}$ 后, 将 $\Lambda_{p,s}$ 首列中最大值所在行的参数记为 $\bar{\alpha}_{p,s}$,
 $\bar{T}_{p,s}$ 和 $\bar{\Omega}_{p,s}$, 可以确定第 p 次迭代中第 s 次穷举搜索的基函数矢量为
 25 $\mathbf{h}_{p,s} = [h_{p,s}(0) \ h_{p,s}(1) \ \cdots \ h_{p,s}(L_{slot}-1)]$, 其中,

$$h_{\bar{\alpha}_{p,s}, \bar{T}_{p,s}}(t) = g_{\bar{\alpha}_{p,s}, \bar{T}_{p,s}}(t) e^{j \frac{2\pi}{L_{slot}} t (\bar{\Omega}_{p,s}-1)}, t=0,1,\dots,L_{slot}-1。$$

以及, 最优的等效自适应扩展系数为 $\bar{\mathbf{B}}_{p,s} = \frac{\mathbf{h}_{p,s}^* \mathbf{s}_p^H}{\mathbf{h}_{p,s} \mathbf{h}_{p,s}^H}$ 。

重复上述过程，直至最后一次（即第 S 次）搜索后获得 $\mathbf{h}_{p,S}$ 和 $\bar{\mathbf{B}}_{p,S}$ ，表明第 p 次迭代中最后一次穷举搜索完成。为便于描述，将第 p 次迭代中最后一次穷举搜索得到的最优参数记为第 p 次迭代得到的最优参数 $\bar{\alpha}_p$ 、 $\bar{T}_p$ 和 $\bar{\Omega}_p$ ，则该第 p 次迭代后确定的基函数 $\mathbf{h}_p = \mathbf{h}_{p,S}$ 、相应的自适应扩展 $\bar{\mathbf{B}}_p = \bar{\mathbf{B}}_{p,S}$ 。网络设备可以定义最优参数矩阵 $\Gamma_{pm} \in \mathbb{C}^{I_{\max} \times 3}$ ，其第 p 行用于存储第 p 次迭代得到的最优参数 $\bar{\alpha}_p$ 、 $\bar{T}_p$ 和 $\bar{\Omega}_p$ ，即 Γ_{pm} 的第 p 行记作 $\Gamma_{pm}(p,:) = [\bar{\alpha}_p \quad \bar{T}_p \quad \bar{\Omega}_p]$ 。以及网络设备还可以定义基函数矩阵 $\Gamma_{bf} \in \mathbb{C}^{I_{\max} \times L_{\text{slot}}}$ ，该基函数矩阵 Γ_{bf} 的第 p 行用于存储第 p 次迭代后确定的基函数 $\mathbf{h}_p$ ，即 Γ_{bf} 的第 p 行记作 $\Gamma_{bf}(p,:) = \mathbf{h}_p$ 。

最后，第 p 次迭代后的残差为 $\mathbf{s}_p = \mathbf{s}_{p-1} - \bar{\mathbf{B}}_{p-1} \mathbf{h}_{p-1}$ 。若满足中断条件 $\frac{\|\mathbf{s}_p\|_2^2}{\|\mathbf{s}_0\|_2^2} \leq \xi$ ，则网络设备停止迭代。否则，进行下一次迭代，即重复上述过程，直至满足中断条件或达到最大迭代次数（即 $p = I_{\max} = N_{\text{iterate}}$ ），则网络设备停止迭代。如第 N_{iterate} 次迭代后得到的残差 $\mathbf{s}_p$ 满足中断条件或达到最大迭代次数， $1 \leq N_{\text{iterate}} \leq I_{\max}$ ，网络设备得到基函数集合 $\Gamma_{bf} \in \mathbb{C}^{N_{\text{iterate}} \times L_{\text{slot}}}$ ，其中，每行对应一个高斯包络复正弦函数（该示例中，高斯包络复正弦函数为离散函数），每行中一个元素表示该元素所在列对应的采样时刻该高斯包络复正弦函数的取值（即该采样时刻对应的信道能量分量），该基函数集合共包括 N_{iterate} 个高斯包络复正弦函数，该 N_{iterate} 个高斯包络复正弦函数可以用于表征网络设备与目标终端设备之间信道，一个高斯包络复正弦函数用于表征网络设备与目标终端设备之间信道的一条传输路径上信道的能量分量与时间/位置的对应关系。

网络设备确定基函数集合后，可以基于能量标度信息和基函数集合，确定参考信号资源。

一种可选地实施方式中，网络设备可以基于基函数集合中基函数的极差（即最大值与最小值的差值）大小，对基函数集合中的基函数进行优先级排序，如基函数的极差越大优先级越高。示例性地，网络设备可以确定基函数集合 Γ_{bf} 中每一行向量（即一个高斯包络复正弦函数）的极差大小，再基于各行向量的极差大小对各行向量在 Γ_{bf} 中的所在行进行重新排序，极差越大的行向量所在行的序号越小、优先级越高，重排后的矩阵记为 $\Gamma_{bf}^{(\text{descend})}$ 。网络设备可以对重排序后的矩阵 $\Gamma_{bf}^{(\text{descend})}$ 中的任一行，采用该行中的最大值对所在行的所有元素进行归一化，归一化后的矩阵记为 $\bar{\Gamma}_{bf}^{(\text{descend})}$ 。网络设备具体可以基于 N_e 个能量标度信息和该重排序及归一化处理后的基函数集合 $\bar{\Gamma}_{bf}^{(\text{descend})}$ ，确定参考信号资源。示例性地，该 N_e 个能量标度信息可以记作一个能量标度矢量 $\mathbf{e} = \left[\frac{1}{2} \quad \frac{1}{2^2} \quad \cdots \quad \frac{1}{2^{N_e}} \right]$ 。以 $\bar{\Gamma}_{bf}^{(\text{descend})}$ 中第 r_d 行的归一化的高斯包络复正弦函数为例， r_d 为小于或等于 N_{iterate} 且大于 0 的整数。

网络设备确定该行中最大幅值所在的列序号 $G_{\max}^{(r_d)}$ ，将该行幅值分为两部分，该两部分的列序号范围分别为 $[1, G_{\max}^{(r_d)}]$ 和 $[G_{\max}^{(r_d)} + 1, L_{\text{slot}}]$ 。

在列序号范围 $[1, G_{\max}^{(r_d)}]$ 的 $G_{\max}^{(r_d)}$ 个幅值（即信道能量分量）中，对于每个能量标度 $\mathbf{e}(i_e) = \frac{1}{2^{i_e}}$ ，其中 $i_e = 1, 2, \dots, N_e$ ，若第一个（即列序号为 1 的幅值） $\bar{\Gamma}_{bf}^{(\text{descend})}(r_d, 1)$ 小于能量

标度 $\mathbf{e}(i_e)$ ，则确定该 $G_{\max}^{(r_d)}$ 个幅值中与 $\mathbf{e}(i_e)$ 的取值最接近的幅值，即 $\left[\left[\bar{\Gamma}_{bf}^{(descend)}(r_d, 1:G_{\max}^{(r_d)}) - \mathbf{e}(i_e) \right]_{\min} \right]$ ，其中， $[X]_{\min}$ 为矩阵（或矢量） $\mathbf{X}$ 的最小值。网络设备将该幅值 $\left[\left[\bar{\Gamma}_{bf}^{(descend)}(r_d, 1:G_{\max}^{(r_d)}) - \mathbf{e}(i_e) \right]_{\min} \right]$ 在 $\bar{\Gamma}_{bf}^{(descend)}$ 中的列序号 $t_{\min}^{(i_e)}$ 对应采样时刻作为参考信号资源的一个资源单元。如网络设备可以将该列序号 $t_{\min}^{(i_e)}$ 存入对应第 r_d 个高斯包络的列序号集合 $\mathcal{I}_{pilot}^{(r_d)}$ 中，否则，不存入。比如， $i_e=1$ ， $\mathbf{e}(1)=\frac{1}{2}$ ，若第一个 $\bar{\Gamma}_{bf}^{(descend)}(r_d, 1)$ 小于能量标度 $\mathbf{e}(1)=\frac{1}{2}$ ，则确定该 $G_{\max}^{(r_d)}$ 个幅值中与 $\frac{1}{2}$ 最接近的幅值，即 $\left[\left[\bar{\Gamma}_{bf}^{(descend)}(r_d, 1:G_{\max}^{(r_d)}) - \frac{1}{2} \right]_{\min} \right]$ 。网络设备将该幅值的列序号 $t_{\min}^{(1)}$ 对应采样时刻作为参考信号资源的一个资源单元。如网络设备可以将该列序号 $t_{\min}^{(1)}$ 存入对应第 r_d 个高斯包络的列序号集合 $\mathcal{I}_{pilot}^{(r_d)}$ 中。

其次，在列序号范围 $[G_{\max}^{(r_d)}+1, L_{slot}]$ 的 $L_{slot}-G_{\max}^{(r_d)}$ 个幅值中，对于每个能量标度 $\mathbf{e}(i_e)=\frac{1}{2^{i_e}}$ ，其中 $i_e=1, 2, \dots, N_e$ ，若最后一个（列序号为 L_{slot} 的幅值） $\bar{\Gamma}_{bf}^{(descend)}(r_d, L_{slot})$ 小于能量标度 $\mathbf{e}(i_e)$ ，则确定 $L_{slot}-G_{\max}^{(r_d)}$ 个幅值中与 $\mathbf{e}(i_e)$ 的取值最接近的幅值，即 $\left[\left[\bar{\Gamma}_{bf}^{(descend)}(r_d, G_{\max}^{(r_d)}+1:L_{slot}) - \mathbf{e}(i_e) \right]_{\min} \right]$ 在 $\bar{\Gamma}_{bf}^{(descend)}$ 中的列序号 $t_{\min}^{(i_e)}$ 对应的采样时刻作为参考信号资源的一个资源单元，将存入 $\mathcal{I}_{pilot}^{(r_d)}$ 。否则，不存入。

网络设备基于 N_e 个能量标度信息和基函数集合，通过上述操作可以得到每个高斯包络复正弦函数 r_d 对应的参考信号资源的资源单元对应的列序号集合，即 $\mathcal{I}_{pilot}^{(r_d)}, r_d=1, 2, \dots, N_{iterate}$ 。

一种可选实施方式中，为了控制参考信号资源的资源开销，可以基于每个列序号集合对应的高斯包络复正弦函数的优先级和参考信号资源元素的最小间隔信息，上述方式确定的参考信号资源的资源单元进行筛选，得到参考信号资源最终包含的资源元素。

网络设备可以以优先级最高的高斯包络复正弦函数对应的列序号集合作为参考集合，遍历其他高斯包络复正弦函数对应的列序号集合中的列序号对应的资源元素，得到参考信号资源最终包含的资源元素对应的最终列序号集合。使得该最终列序号集合中的任意两个列序号对应的两个资源元素之间的间隔大于最小间隔。

示例性地，网络设备定义列序号集合 $\mathcal{I}_{pilot}^{Final}$ ，列序号集合 $\mathcal{I}_{pilot}^{Final}$ 中包括优先级最高的高斯包络复正弦函数对应的列序号集合，即 $\bar{\Gamma}_{bf}^{(descend)}$ 中的第一行向量（即 $r_d=1$ ）的高斯包络复正弦函数对应的列序号集合 $\mathcal{I}_{pilot}^{(1)}$ ，网络设备基于列序号集合 $\mathcal{I}_{pilot}^{Final}$ 和资源元素之间的最小间隔 $T_{\min}$ ，按照高斯包络复正弦函数的优先级由大到小的顺序，遍历各函数对应的资源元素，即按照 r_d 的取值由大到小的顺序依次（即 r_d 的取值依次为 $2, \dots, N_{iterate}$ ）遍历相应的列序号集合中的每个列序号对应的资源元素。以 $\mathcal{I}_{pilot}^{(r_d)}$ 中元素 $t_{r_d} \in \mathcal{I}_{pilot}^{(r_d)}$ 为例，当 t_{r_d} 对应的资源元素与 $\mathcal{I}_{pilot}^{Final}$ 中每个列序号对应的资源元素的间隔均大于 $T_{\min}$ 时，将 t_{r_d} 存入 $\mathcal{I}_{pilot}^{Final}$ ；否则，不存入 $\mathcal{I}_{pilot}^{Final}$ 。当遍历完每个列序号集合结束后，得到的列序号集合即为 $\mathcal{I}_{pilot}^{Final}$ 参考信号资源对应的最终的列序号集合。

网络设备可以根据参考信号资源开销需求，确定该资源元素之间的最小间隔 $T_{\min}$ ，或

该最小间隔可以是预定义的，本申请对此不作限定。

应理解，网络设备基于资源元素之间的最小间隔对参考信号资源中的资源元素进行筛选为本申请提供的方案的一种可选实施方式，在具体实施中，为了获取更高精度的信道信息，也可以不进行资源元素筛选，则网络设备可以不对基函数集合中的基函数进行优先级排序，如对基函数集合 Γ_{bf} 每一行采用该行最大值归一化后，对每行的两部分列序号范围的幅值与能量标度比较后，确定参考信号资源，即 $\mathcal{I}_{pilot}^{Final}$ 包括 $\mathcal{I}_{pilot}^{(r_d)}$ ， $r_d=1, 2, \dots, N_{iterate}$ 。本申请对此不作限定。

网络设备在确定用于表征网络设备与目标终端设备之间的信道的基函数集合后，网络设备可以向目标终端设备发送第二信息，该第二信息用于指示该基函数集合，如该第二信息可以指示该基函数集合中每个基函数的参数，如基函数 r_d 的参数包括衰减系数 $\bar{\alpha}_{r_d}$ 、时间中心 $\bar{T}_{r_d}$ 和频率中心 $\bar{\Omega}_{r_d}$ 。本申请对第二信息的指示方式不作限定，第二信息可以指示各参数的标识、或指示各参数的取值等。或者，第二信息可以指示在预定义的候选基函数集合中，指示用于表征网络设备与目标终端设备的信道的基函数集合中的基函数在候选基函数集合中的标识，目标终端设备可以基于第二信息确定每个基函数，即每个基函数的参数。网络设备和终端设备可以通过第二信息可以对用于表征网络设备与目标终端设备的信道的该基函数集合达成共识。

以及，网络设备还向终端设备发送第一信息，该第一信息用于指示上述 N_e 个能量标度信息，使得终端设备接收到该第一信息后，与网络设备对该 N_e 个能量标度信息达成共识。

若网络设备还基于最小间隔 T_{min} 对参考信号资源中的资源元素进行筛选，则网络设备可以向目标终端设备指示该最小间隔 T_{min} ，或者网络设备与终端设备默认基于预定义的最小间隔 T_{min} 对资源元素进行筛选。则终端设备获取到基函数集合和 N_e 个能量标度信息可以确定参考信号资源，终端设备再基于最小间隔 T_{min} 对该参考信号资源中的资源元素进行筛选，得到最终的参考信号资源。

若网络设备不基于最小间隔 T_{min} 对参考信号资源中的资源元素进行筛选，终端设备也可以默认不基于最小间隔 T_{min} 进行筛选，从而基于基函数集合和 N_e 个能量标度信息可以确定参考信号资源，即为最终的参考信号资源。

应理解，本申请对网络设备指示 N_e 个能量标度信息和最小间隔 T_{min} 的方式不作限定。

由于网络设备与终端设备对基函数集合和 N_e 个能量标度信息（或者还包括最小间隔 T_{min} ）能够达成共识，且采用相同的方式确定参考信号资源，使得网络设备与终端设备确定的参考信号资源相同，实现网络设备与终端设备对参考信号资源达成共识。

网络设备可以在该参考信号资源上向终端设备发送该参考信号，终端设备在该参考信号资源上接收该参考信号。

目标终端设备基于该参考信号确定信道信息。以第 c 个子载波为例，对应第 c 个子载波的参考信号的 $|\mathcal{I}_{pilot}^{Final}|$ 个资源元素对应的自适应扩展系数记为 $\mathbf{c}_c \in \mathbb{C}^{1 \times |\mathcal{I}_{pilot}^{Final}|}$ ，其中， $|\mathcal{I}_{pilot}^{Final}|$ 表示 $\mathcal{I}_{pilot}^{Final}$ 中包含的元素个数。故实际中该子载波对应的信道频率响应 $\mathbf{H}_c$ 的自适应扩展可以记为

$$\mathbf{c}_c \tilde{\Gamma}_{bf} = \mathbf{H}_c + \mathbf{n}_c \quad \mathbf{c}_c \tilde{\Gamma}_{bf} = \mathbf{H}_c + \mathbf{n}_c$$

其中, $\tilde{\Gamma}_{bf} \in \mathbb{C}^{N_{iterate} \times |\mathcal{I}_{pilot}^{Final}|}$ 为基函数集合 Γ_{bf} 的子矩阵, $\tilde{\Gamma}_{bf}$ 是网络设备根据 $\mathcal{I}_{pilot}^{Final}$ 中包含的列序号, 在 Γ_{bf} 中依次提取列序号对应的列向量得到的 $N_{iterate}$ 行 $|\mathcal{I}_{pilot}^{Final}|$ 列的矩阵。目标终端设备与网络设备之间的信道频率响应记作 $\mathbf{H}$, 则 $\mathbf{H}_c$ 为 $\mathbf{H}$ 的第 c 行, 记作 $\mathbf{H}_c = \mathbf{H}(c, :)$, $\mathbf{n}_c$ 为零均值复加性高斯白噪声矢量。目标终端设备根据最小二乘(least square, LS)法, 得 $\mathbf{c}_c$ 的估计值 $\hat{\mathbf{c}}_c$ 为

$$\hat{\mathbf{c}}_c = \mathbf{H}_c \tilde{\Gamma}_{bf}^H (\tilde{\Gamma}_{bf} \tilde{\Gamma}_{bf}^H)^{-1}$$

故 $\mathbf{H}_c$ 的估值为 $\hat{\mathbf{H}}_c = \hat{\mathbf{c}}_c \tilde{\Gamma}_{bf}$ 。其中, $\tilde{\Gamma}_{bf}^H$ 为 $\tilde{\Gamma}_{bf}$ 的共轭转置, $(\tilde{\Gamma}_{bf} \tilde{\Gamma}_{bf}^H)^{-1}$ 为 $\tilde{\Gamma}_{bf} \tilde{\Gamma}_{bf}^H$ 的逆矩阵。

根据上述方案, 相较于传统的均匀参考信号资源的固定配置, 第一通信装置可以基于先验信息拟合信道特征, 基于不同通信装置的位置和/或速度等信息灵活地确定与该通信装置之间用于信道估计的参考信号的分布, 能够提高信道估计的精度及资源利用率, 以及, 能够以与环境相匹配的较合理的参考信号资源开销实现较高精度的移动性场景下的信道估计。并且通过本申请的上述方案确定的参考信号资源可能非均匀分布的, 通信装置与通信装置可以通过第一通信装置与第二通信装置通过交互信道特征信息和能量标度信息实现以相同方式确定参考信号资源从而对参考信号资源达成共识。实现高精度、高效地信道估计。

可以理解的是, 为了实现上述实施例中功能, 基站和终端包括了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。本领域技术人员应该很容易意识到, 结合本申请中所公开的实施例描述的各示例的单元及方法步骤, 本申请能够以硬件或硬件和计算机软件相结合的形式来实现。某个功能究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行, 取决于技术方案的特定应用场景和设计约束条件。

图 6 和图 7 为本申请的实施例提供的可能的通信装置的结构示意图。这些通信装置可以用于实现上述方法实施例中第一通信装置或第二通信装置的功能, 因此也能实现上述方法实施例所具备的有益效果。在本申请的实施例中, 该通信装置可以是如图 1 所示的终端设备 120a-120g 中的一个, 也可以是如图 1 所示的网络设备 110a 或 110b, 还可以是应用于终端设备或网络设备的模块(如芯片)。

该通信装置 600 包括收发单元 620, 该收发单元 620 可以用于接收或发送信息, 该通信装置 600 还可以包括处理单元 610, 该处理单元 610 可以用于处理指令或者数据, 以实现相应的操作。

应理解, 当该通信装置 600 为配置于(或用于)通信设备中的芯片时, 该通信装置 600 中的收发单元 620 可以为芯片的输入/输出接口或电路, 该通信装置 600 中的处理单元 610 可以为芯片中的处理器。

可选地, 通信装置 600 还可以包括存储单元, 该存储单元可以用于存储指令或者数据, 处理单元 610 可以执行该存储单元中存储的指令或者数据, 以使该通信装置实现相应的操作。

该通信装置 600 可以用于实现上述图 3 所示的方法实施例中的第一通信装置, 当该通信装置 600 用于实现上述图 3 所示的方法实施例中的第一通信装置的功能时: 处理单元

610, 用于根据至少一个信道特征信息和至少一个能量标度信息, 确定参考信号资源, 该至少一个信道特征信息用于表征第一通信装置与第二通信装置之间的信道, 任意一个该信道特征信息用于指示该信道的能量分量与传输资源的对应关系, 该参考信号资源包括该传输资源中的多个资源单元, 在一个或多个该信道特征信息指示的对应关系中一个或多个该能量标度信息指示的能量与一个该资源单元相对应。收发单元 620 用于向该第二通信装置发送第一信息, 该第一信息包括该至少一个能量标度信息。该收发单元 62 还用于向该第二通信装置发送参考信号, 或该第一通信装置接收来自该第二通信装置的参考信号, 其中, 该参考信号承载在该参考信号资源上。

该通信装置 600 可以用于实现上述图 3 所示的方法实施例中的第二通信装置, 当该通信装置 600 可以用于实现上述图 3 所示的方法实施例中的第二通信装置的功能时: 收发单元 620, 用于接收来自第一通信装置的第一信息, 该第一信息包括至少一个能量标度信息。处理单元 610, 用于根据至少一个信道特征信息和该至少一个能量标度信息, 确定参考信号资源, 该至少一个信道特征信息用于表征该第一通信装置与第二通信装置之间的信道, 任意一个该信道特征信息用于表征该信道的能量分量与传输资源的对应关系, 该参考信号资源包括该传输资源中的多个资源单元, 在一个或多个该信道特征信息指示的对应关系中一个或多个该能量标度信息指示的能量与一个该资源单元相对应。该收发单元 620 还用于接收来自该第一通信装置的参考信号, 或该第二通信装置向该第一通信装置发送参考信号, 其中, 该参考信号承载在该参考信号资源上。

有关上述处理单元 610 和收发单元 620 更详细的描述可以参考图 3 所示的方法实施例中相关描述。

应理解, 该通信装置 600 中的收发单元 620 为可通过通信接口(如收发器、收发电路、输入/输出接口、或管脚等)实现, 当通信接口是收发器时, 收发器可以由接收器和/或发送器组成。该通信装置 600 中的处理单元 610 可通过至少一个处理器实现, 该通信装置 600 中的处理单元 610 还可以通过至少一个逻辑电路实现。可选地, 该通信装置 600 还包括存储单元, 该存储单元可以由存储器实现。

当上述通信装置为应用于网络设备的模块时, 该网络设备模块实现上述方法实施例中网络设备的功能。该网络设备模块从网络设备中的其它模块(如射频模块或天线)接收信息, 该信息是终端发送给网络设备的; 或者, 该网络设备模块向网络设备中的其它模块(如射频模块或天线)发送信息, 该信息是网络设备发送给终端的。这里的网络设备模块可以是网络设备的基带芯片, 也可以是 DU 或其他模块, 这里的 DU 可以是开放式无线接入网(open radio access network, O-RAN)架构下的 DU。

如图 7 所示, 通信装置 700 包括处理器 710 和接口电路 720。处理器 710 和接口电路 720 之间相互耦合。可以理解的是, 接口电路 720 可以为收发器或输入输出接口。可选的, 通信装置 700 还可以包括存储器 730, 用于存储处理器 710 执行的指令或存储处理器 710 运行指令所需要的输入数据或存储处理器 710 运行指令后产生的数据。

当通信装置 700 用于实现图 7 所示的方法时, 处理器 710 用于实现上述处理单元 610 的功能, 接口电路 720 用于实现上述收发单元 620 的功能。

当上述通信装置为应用于终端设备的芯片时, 该芯片可以实现上述方法实施例中第二通信装置的功能。该芯片从终端设备中的其它模块(如射频模块或天线)接收信息, 该信

息是网络设备发送给终端设备的；或者，该芯片向终端设备中的其它模块（如射频模块或天线）发送信息，该信息是终端设备发送给网络设备的。

当上述通信装置为应用于网络设备的模块时，该模块可以实现上述方法实施例第一通信装置的功能。该模块从网络设备中的其它模块（如射频模块或天线）接收信息，该信息是终端设备发送给网络设备的；或者，该模块向终端设备中的其它模块（如射频模块或天线）发送信息，该信息是网络设备发送给终端设备的。

可以理解的是，本申请的实施例中的处理器可以是中央处理单元（Central Processing Unit, CPU），还可以是其它通用处理器、数字信号处理器（Digital Signal Processor, DSP）、专用集成电路（网络设备 application Specific Integrated Circuit, ASIC）、现场可编程门阵列（Field Programmable Gate Array, FPGA）或者其它可编程逻辑器件、晶体管逻辑器件，硬件部件或者其任意组合。通用处理器可以是微处理器，也可以是任何常规的处理器。

本申请的实施例中的方法步骤可以在硬件中实现，也可以在可由处理器执行的软件指令中实现。软件指令可以由相应的软件模块组成，软件模块可以被存放于随机存取存储器、闪存、只读存储器、可编程只读存储器、可擦除可编程只读存储器、电可擦除可编程只读存储器、寄存器、硬盘、移动硬盘、CD-ROM 或者本领域熟知的任何其它形式的存储介质中。一种示例性的存储介质耦合至处理器，从而使处理器能够从该存储介质读取信息，且可向该存储介质写入信息。存储介质也可以是处理器的组成部分。处理器和存储介质可以位于 ASIC 中。另外，该 ASIC 可以位于接入网设备或终端设备中。处理器和存储介质也可以作为分立组件存在于接入网设备或终端设备中。

根据申请实施例提供的方法，本申请实施例还提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括：计算机程序代码，当该计算机程序代码由一个或多个处理器执行时，使得包括该处理器的装置执行如图 3 所示的方法。

在上述实施例中，可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。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程序或指令。在计算机上加载和执行所述计算机程序或指令时，全部或部分地执行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、网络设备、用户设备或者其它可编程装置。

根据本申请实施例提供的方法，本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质存储上述计算机程序或指令，当该计算机程序或指令由一个或多个处理器运行时，使得包括该处理器的装置执行如图 3 所示中的方法。

如上述计算机程序或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，所述计算机程序或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或无线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。该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集成一个或多个可用介质的服务器、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；也可以是光介质，例如，数字视频光盘；还可以是半导体介质，例如，固态硬盘。该计算机可读存储介质可以是易失性或非易失性存储介质，或可包括易失性和非易失性两种类型的存储介质。

根据本申请实施例提供的方法，本申请实施例还提供一种通信系统，包括前述的一个

或多个第一通信装置。还系统还可以进一步包括前述的一个或多个第二通信装置。

在本申请所提供的几个中，应该理解到，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置仅仅是示意性的，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以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耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

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方案的目的。

在本申请的各个实施例中，如果没有特殊说明以及逻辑冲突，不同的实施例之间的术语和/或描述具有一致性、且可以相互引用，不同的实施例中的技术特征根据其内在的逻辑关系可以组合形成新的实施例。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1.一种参考信号传输方法,其特征在于,包括:

第一通信装置根据至少一个信道特征信息和至少一个能量标度信息,确定参考信号资源,所述至少一个信道特征信息用于表征所述第一通信装置与第二通信装置之间的信道,任意一个所述信道特征信息用于指示所述信道的能量分量与传输资源的对应关系,所述参考信号资源包括所述传输资源中的多个资源单元,在一个或多个所述信道特征信息指示的对应关系中一个或多个所述能量标度信息指示的能量与一个所述资源单元相对应;

所述第一通信装置向所述第二通信装置发送第一信息,所述第一信息用于指示所述至少一个能量标度信息;

所述第一通信装置向所述第二通信装置发送参考信号,或所述第一通信装置接收来自所述第二通信装置的参考信号,其中,所述参考信号承载在所述参考信号资源上。

2.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述传输资源是时域资源和/或频域资源。

3.根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述第一通信装置根据至少一个信道特征信息和至少一个能量标度信息,确定参考信号资源,包括:

所述第一通信装置根据所述至少一个信道特征信息、所述至少一个能量标度信息和最小资源间隔信息,确定参考信号资源,

其中,所述参考信号资源中的任意两个资源单元之间的间隔大于或等于所述最小资源间隔信息指示的间隔。

4.根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述最小资源间隔信息为预定义的、或由所述第一通信装置确定的。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

所述第一通信装置向所述第二通信装置发送第二信息,所述第二信息用于指示所述至少一个信道特征信息。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的方法,其特征在于,所述信道特征信息用于指示用于表征所述对应关系的基函数的信息,所述基函数的信息包括以下一种或多种信息:

所述基函数的标识、所述基函数的函数类型信息、所述基函数表征的对应关系中最大能量对应的资源信息、所述基函数的频率信息或基函数的衰落特征信息。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

所述第一通信装置接收来自所述第二通信装置的第三信息,所述第三信息用于指示所述第二通信装置的位置、速度或移动方向中的一项或多项;

所述第一通信装置根据所述第三信息,确定所述至少一个信道特征信息。

8.根据权利要求1至7中任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

所述第一通信装置根据多个通信装置与所述第一通信装置之间的信道状态信息、以及所述多个通信装置的位置信息、速度信息或移动方向信息中的一项或多项,确定候选信道特征信息集合,所述候选信道特征信息集合包括所述至少一个信道特征信息。

9.根据权利要求1至8中任一项所述的方法,其特征在于,所述传输资源包括时域资源,所述信道包括至少一个传输路径,一个所述信道特征信息用于指示所述信道在一个所述传输路径中的能量分量与时间资源的对应关系。

10.一种参考信号传输方法，其特征在于，包括：

第二通信装置接收来自第一通信装置的第一信息，所述第一信息用于指示至少一个能量标度信息；

5 所述第二通信装置根据至少一个信道特征信息和所述至少一个能量标度信息，确定参考信号资源，所述至少一个信道特征信息用于表征所述第一通信装置与所述第二通信装置之间的信道，任意一个所述信道特征信息用于表征所述信道的能量分量与传输资源的对应关系，所述参考信号资源包括所述传输资源中的多个资源单元，在一个或多个所述信道特征信息指示的对应关系中一个或多个所述能量标度信息指示的能量与一个所述资源单元相对应；

10 所述第二通信装置接收来自所述第一通信装置的参考信号，或所述第二通信装置向所述第一通信装置发送参考信号，其中，所述参考信号承载在所述参考信号资源上。

11.根据权利要求10所述的方法，其特征在于，所述传输资源是时域资源和/或频域资源。

12.根据权利要求10或11所述的方法，其特征在于，所述第二通信装置根据至少一个信道特征信息和至少一个能量标度信息，确定参考信号资源，包括：

所述第二通信装置根据所述至少一个信道特征信息、所述至少一个能量标度信息和最小资源间隔信息，确定所述参考信号资源，

其中，所述参考信号资源中的任意两个资源之间的间隔大于或等于所述最小资源间隔信息指示的间隔。

13.根据权利要求12所述的方法，其特征在于，所述最小资源间隔信息为预定义的或从所述第一通信装置获取到的。

14.根据权利要求10至13中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第二通信装置接收来自所述第一通信装置的第二信息，所述第二信息用于指示所述至少一个信道特征信息。

15.根据权利要求10至14中任一项所述的方法，其特征在于，所述信道特征信息用于指示用于表征所述对应关系的基函数的信息，所述基函数的信息包括以下一种或多种信息：

所述基函数的标识、所述基函数的函数类型信息、所述基函数表征的对应关系中最大能量对应的资源信息、所述基函数的频率信息或所述基函数的衰落特征信息。

16.根据权利要求10至15中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第二通信装置根据所述参考信号，确定信道状态特性信息，所述信道状态特性信息用于指示所述参考信号对应的所述信道的状态；

所述第二通信装置根据所述信道状态特性信息和所述至少一个信道特征信息，确定信道信息。

17.根据权利要求10至16中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第二通信装置向所述第一通信装置发送第三信息，所述第三信息用于指示所述第二通信装置的位置、速度或移动方向中的一项或多项，所述第三信息用于确定所述至少一个信道特征信息。

18.根据权利要求10至17中任一项所述的方法，其特征在于，所述传输资源包括时域

资源,所述信道包括至少一个传输路径,一个所述信道特征信息用于指示所述信道在一个所述传输路径中的能量分量与时间资源的对应关系。

19.一种参考信号传输装置,其特征在于,包括:

5 处理单元,用于根据至少一个信道特征信息和至少一个能量标度信息,确定参考信号资源,所述至少一个信道特征信息用于表征第一通信装置与第二通信装置之间的信道,任意一个所述信道特征信息用于指示所述信道的能量分量与传输资源的对应关系,所述参考信号资源包括所述传输资源中的多个资源单元,在一个或多个所述信道特征信息指示的对应关系中一个或多个所述能量标度信息指示的能量与一个所述资源单元相对应;

10 收发单元,用于向所述第二通信装置发送第一信息,所述第一信息用于指示所述至少一个能量标度信息;

所述收发单元还用于向所述第二通信装置发送参考信号,或所述第一通信装置接收来自所述第二通信装置的参考信号,其中,所述参考信号承载在所述参考信号资源上。

20.根据权利要求19所述的装置,其特征在于,所述传输资源是时域资源和/或频域资源。

15 21.根据权利要求19或20所述的装置,其特征在于,所述处理单元具体用于根据所述至少一个信道特征信息、所述至少一个能量标度信息和最小资源间隔信息,确定参考信号资源,

其中,所述参考信号资源中的任意两个资源单元之间的间隔大于或等于所述最小资源间隔信息指示的间隔。

20 22.根据权利要求21所述的装置,其特征在于,所述最小资源间隔信息为预定义的、或由所述第一通信装置确定的。

23.根据权利要求19至22中任一项所述的装置,其特征在于,

所述收发单元还用于向所述第二通信装置发送第二信息,所述第二信息用于指示所述至少一个信道特征信息。

25 24.根据权利要求19至23中任一项所述的装置,其特征在于,所述信道特征信息用于指示用于表征所述对应关系的基函数的信息,所述基函数的信息包括以下一种或多种信息:

所述基函数的标识、所述基函数的函数类型信息、所述基函数表征的对应关系中最大能量对应的资源信息、所述基函数的频率信息或基函数的衰落特征信息。

25.根据权利要求19至24中任一项所述的装置,其特征在于,

30 所述收发单元还用于接收来自所述第二通信装置的第三信息,所述第三信息用于指示所述第二通信装置的位置、速度或移动方向中的一项或多项;

所述处理单元还用于根据所述第三信息,确定所述至少一个信道特征信息。

26.根据权利要求19至25中任一项所述的装置,其特征在于,

35 所述处理单元还用于根据多个通信装置与所述第一通信装置之间的信道状态信息、以及所述多个通信装置的位置信息、速度信息或移动方向信息中的一项或多项,确定候选信道特征信息集合,所述候选信道特征信息集合包括所述至少一个信道特征信息。

27.根据权利要求19至26中任一项所述的装置,其特征在于,所述传输资源包括时域资源,所述信道包括至少一个传输路径,一个所述信道特征信息用于指示所述信道在一个所述传输路径中的能量分量与时间资源的对应关系。

28.一种参考信号传输装置，其特征在于，包括：

收发单元，用于接收来自第一通信装置的第一信息，所述第一信息用于指示至少一个能量标度信息；

5 处理单元，用于根据至少一个信道特征信息和所述至少一个能量标度信息，确定参考信号资源，所述至少一个信道特征信息用于表征所述第一通信装置与第二通信装置之间的信道，任意一个所述信道特征信息用于表征所述信道的能量分量与传输资源的对应关系，所述参考信号资源包括所述传输资源中的多个资源单元，在一个或多个所述信道特征信息指示的对应关系中一个或多个所述能量标度信息指示的能量与一个所述资源单元相对应；

10 所述收发单元还用于接收来自所述第一通信装置的参考信号，或所述第二通信装置向所述第一通信装置发送参考信号，其中，所述参考信号承载在所述参考信号资源上。

29.根据权利要求 28 所述的装置，其特征在于，所述传输资源是时域资源和/或频域资源。

30.根据权利要求 28 或 29 所述的装置，其特征在于，所述处理单元还用于根据所述至少一个信道特征信息、所述至少一个能量标度信息和最小资源间隔信息，确定所述参
15 考信号资源，

其中，所述参考信号资源中的任意两个资源之间的间隔大于或等于所述最小资源间隔信息指示的间隔。

31.根据权利要求 30 所述的装置，其特征在于，所述最小资源间隔信息为预定义的或从所述第一通信装置获取到的。

20 32.根据权利要求 28 至 31 中任一项所述的装置，其特征在于，

所述收发单元还用于接收来自所述第一通信装置的第二信息，所述第二信息用于指示所述至少一个信道特征信息。

33.根据权利要求 28 至 32 中任一项所述的装置，其特征在于，所述信道特征信息用于指示用于表征所述对应关系的基函数的信息，所述基函数的信息包括以下一种或多种
25 信息：

所述基函数的标识、所述基函数的函数类型信息、所述基函数表征的对应关系中最大能量对应的资源信息、所述基函数的频率信息或所述基函数的衰落特征信息。

34.根据权利要求 28 至 33 中任一项所述的装置，其特征在于，所述处理单元还用于：

30 根据所述参考信号，确定信道状态特性信息，所述信道状态特性信息用于指示所述参考信号对应的所述信道的状态；

根据所述信道状态特性信息和所述至少一个信道特征信息，确定信道信息。

35.根据权利要求 28 至 34 中任一项所述的装置，其特征在于，

35 所述收发单元还用于向所述第一通信装置发送第三信息，所述第三信息用于指示所述第二通信装置的位置、速度或移动方向中的一项或多项，所述第三信息用于确定所述至少一个信道特征信息。

36.根据权利要求 28 至 35 中任一项所述的装置，其特征在于，所述传输资源包括时域资源，所述信道包括至少一个传输路径，一个所述信道特征信息用于指示所述信道在一个所述传输路径中的能量分量与时间资源的对应关系。

37.一种通信装置，包括至少一个处理器，所述至少一个处理器用于执行如权利要求1至9中任一项所述的方法，或执行权利要求10至18中任一项所述的方法。

38.一种计算机可读存储介质，包括计算机程序，当其在计算机上运行时，使得所述计算机执行如权利要求1至9中任一项所述的方法，或执行权利要求10至18中任一项所述的方法。

39.一种通信装置，其特征在于，包括至少一个处理器和通信接口；

所述通信接口用于接收来自所述通信装置之外的其它通信装置的信号并传输至所述处理器或将来自所述处理器的信号发送给所述通信装置之外的其它通信装置，所述处理器通过逻辑电路或执行代码指令用于实现如权利要求1至9中任一项所述的方法，或实现权利要求10至18中任一项所述的方法。

40.一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品包括：计算机程序，当所述计算机程序被运行时，使得计算机执行如权利要求1至18中任一项所述的方法。

41.一种通信系统，其特征在于，包括如权利要求19至27中任一项所述的通信装置和如权利要求28至36中任一项所述的通信装置。