

下行传输的方法及装置

本申请要求于 2022 年 2 月 28 日提交中国专利局、申请号为 202210191609.6、申请名称为“一种传输方法及装置”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。

技术领域

本申请实施例涉及通信领域，并且更具体地，涉及一种传输方法及装置。

背景技术

在第五代（5th generation, 5G）通信系统中，随着带宽和天线数的增加，使得基带单元（baseband unit, BU）与射频单元（radio unit, RU）间通过前传接口传输的数据量有了数十倍的提升，即使采用更高压缩率压缩在 BU 与 RU 之间传输的数据，BU 与 RU 之间传输的数据量仍有可能达到 100Gbps。为了解决前传接口数据量激增的问题，5G 中将 BU 切分为高层基带处理（baseband high, BBH）和低层基带处理（baseband low, BBL）两部分。BBL 通常部署在 RU 中或者 RU 附近，BBH 与 BBL 通过前传接口连接，并且 BBH 和 BBL 分别实现基带处理的不同功能，从而减少 BBH 和 BBL 之间通过前传接口传输的数据量。

在大规模多输入多输出（massive multiple input multiple output, massive MIMO）场景下，BBH 与 BBL 之间存在传输波束赋形矩阵的需求。因此有必要提出一种方法，使得 BBH 与 BBL 可以通过较少的数据量传输波束赋形矩阵。

发明内容

本申请实施例提供一种传输方法及装置，以期减少第一网络设备与第二网络设备之间传输的数据量。

第一方面，提供了一种传输方法，该方法包括：第一网络设备生成第一信息，该第一信息用于指示至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵，该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数用于确定第一波束赋形矩阵；该第一网络设备向第二网络设备发送该第一信息。

基于上述技术方案，第一网络设备向第二网络设备发送用于指示至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵的第一信息，而不是发送波束赋形矩阵，从而可以减少第一网络设备向第二网络设备发送的数据量。例如，第一信息可以通过码本的索引指示至少一个码本，也就是说第一信息可以包括至少一个码本的索引，而至少一个码本的索引的数据量远远小于整个波束赋形矩阵的数据量。

示例性地，该第一网络设备是控制设备，该第二网络设备是射频设备；或者，该第一网络设备是射频设备，该第二网络设备是控制设备。其中，射频设备具有基带处理功能。例如，射频设备可以是 BBL。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该第一信息用于指示该至少一个码本中包括的列向量或行向量。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该至少一个码本包括第一码本。示例性地，第一码本是空域码本。

本。示例性地，第一码本是空域码本，第二码本是频域码本。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该第一波束赋形矩阵包括第一级矩阵和第二级矩阵，该至少一个码本包括第一码本和第三码本，该至少一个码本对应的加权系数矩阵与该第一码本对应，该第一码本和该加权系数矩阵用于确定该第一级矩阵，该模拟域码本用于确定该第二级矩阵。

示例性地，第一码本是空域码本，第三码本是模拟域码本。

基于上述技术方案，第一网络设备向第二网络设备发送的第一信息还用于指示第三码本，使得第二网络设备可以根据第三码本确定第二级矩阵，从而可以实现第二网络设备根据第二级矩阵对下行传输进行二次波束赋形，以实现更精确的波束指向。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该第一波束赋形矩阵包括第一级矩阵和第二级矩阵，该至少一个码本包括第一码本、第二码本和第三码本，该至少一个码本对应的加权系数矩阵与该第一码本和该第二码本对应，该第一码本、该第二码本和该加权系数矩阵用于确定该第一级矩阵，该第三码本用于确定该第二级矩阵。

示例性地，第一码本是空域码本，第二码本是频域码本，第三码本是模拟域码本。

基于上述技术方案，第一网络设备向第二网络设备发送的第一信息还用于指示第三码本，使得第二网络设备可以根据第三码本确定第二级矩阵，从而可以实现第二网络设备根据第二级矩阵对下行传输进行二次波束赋形，以实现更精确的波束指向。

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：该第一网络设备根据第二波束赋形矩阵和至少一个码本集合，确定该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵，其中，该第二波束赋形矩阵根据以下一种或多种确定：根据探测参考信号（sounding reference signal, SRS）测量信道确定的波束赋形矩阵、根据信道状态信息参考信号（channel state information reference signal, CSI-RS）测量信道确定的波束赋形矩阵、根据解调参考信号（demodulation reference signal, DMRS）测量信道确定的波束赋形矩阵、静态波束赋形矩阵。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该第一网络设备根据第二波束赋形矩阵和至少一个码本集合，确定该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵包括：该第一网络设备将该第二波束赋形矩阵投影到该至少一个码本集合，得到使信道容量最大和/或信道吞吐量最大的该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵。

基于上述技术方案，第一网络设备可以根据上述波束赋形矩阵中的多种确定第二波束赋形矩阵，并根据该第二波束赋形矩阵生成第一信息。相应地，第二网络设备根据该第一信息确定的第一波束赋形矩阵的性能更好，从而可以提高下行传输的性能。

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：该第一网络设备根据第一信道矩阵和至少一个码本集合，确定该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵，该第一信道矩阵根据以下一种或多种确定：根据 SRS 测量信道确定的信道矩阵、根据 CSI-RS 测量信道确定的信道矩阵、根据 DMRS 测量信道确定的信道矩阵。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该第一网络设备根据第一信道矩阵和至少一个码本集合，确定该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵包括：该第一网络设备将该第一信道矩阵投影到该至少一个码本集合，得到使信道容量最大和/或信道吞吐量最大的该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵。

基于上述技术方案，第一网络设备可以根据上述信道矩阵中的多种确定第一信道矩阵，并根据该第一信道矩阵生成第一信息。相应地，第二网络设备根据该第一信息确定的第一波

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该至少一个码本集合包括以下至少一种:第一码本集合、第二码本集合、第三码本集合。示例性地,第一码本集合是空域码本集合,第二码本集合是频域码本集合,第三码本集合是模拟域码本集合。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该第一网络设备是控制设备,该第二网络设备是射频设备,该方法还包括:该第一网络设备向第三网络设备发送指示该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵的信息,该第三网络设备与该第二网络设备属于不同的小区。

第三网络设备是控制设备或射频设备。

基于上述技术方案,第一网络设备将指示该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵的信息发送给第三网络设备,有利于实现多小区协作传输。例如,若第三网络设备是射频设备,则第三网络设备可以根据指示该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵的信息确定第一波束赋形矩阵,并根据第一波束赋形矩阵确定第三波束赋形矩阵,使得当第三网络设备根据第三波束赋形矩阵对下行传输信号进行波束赋形时,能避免对第二网络设备服务的用户造成的干扰。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该第一网络设备是射频设备,该第二网络设备是控制设备,该方法还包括:该第一网络设备使用该第一波束赋形矩阵对信号进行波束赋形。

第二方面,提供了一种传输方法,该方法包括:第二网络设备接收来自第一网络设备的第一信息,该第一信息用于指示至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵,该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵用于确定第一波束赋形矩阵;该第二网络设备根据该第一信息确定该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵。

基于上述技术方案,第一网络设备向第二网络设备发送用于指示至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵的第一信息,而不是发送波束赋形矩阵,从而可以减少第一网络设备向第二网络设备发送的数据量。例如,第一信息可以通过码本的索引指示至少一个码本,也就是说第一信息可以包括至少一个码本的索引,而至少一个码本的索引的数据量远远小于整个波束赋形矩阵的数据量。

示例性地,该第一网络设备是控制设备,该第二网络设备是射频设备;或者,该第一网络设备是射频设备,该第二网络设备是控制设备。其中,射频设备具有基带处理功能。例如,射频设备可以是BBL。

结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,该第一信息用于指示该至少一个码本中包括的列向量或行向量。

结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,该至少一个码本包括第一码本。示例性地,第一码本是空域码本。

结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,该至少一个码本包括第一码本和第二码本。示例性地,第一码本是空域码本,第二码本是频域码本。

结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,该第一波束赋形矩阵包括第一级矩阵和第二级矩阵,该至少一个码本包括第一码本和第三码本,该至少一个码本对应的加权系数矩阵与该第一码本对应,该第一码本和该加权系数矩阵用于确定该第一级矩阵,该第三码本用于确定该第二级矩阵。

示例性地,第一码本是空域码本,第三码本是模拟域码本。

使得第二网络设备可以根据第三码本确定第二级矩阵，从而可以实现第二网络设备根据第二级矩阵对下行传输进行二次波束赋形，以实现更精确的波束指向。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该第一波束赋形矩阵包括第一级矩阵和第二级矩阵，该至少一个码本包括第一码本、第二码本和第三码本，该至少一个码本对应的加权系数矩阵与该第一码本和该第二码本对应，该第一码本、该第二码本和该加权系数矩阵用于确定该第一级矩阵，该第三码本用于确定该第二级矩阵。

示例性地，第一码本是空域码本，第二码本是频域码本，第三码本是模拟域码本。

基于上述技术方案，第一网络设备向第二网络设备发送的第一信息还用于指示第三码本，使得第二网络设备可以根据第三码本确定第二级矩阵，从而可以实现第二网络设备根据第二级矩阵对下行传输进行二次波束赋形，以实现更精确的波束指向。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该第一网络设备是射频设备，该第二网络设备是控制设备，该方法还包括：该第二网络设备向第四网络设备发送指示该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵的信息，该第四网络设备与该第一网络设备属于不同的小区。

第四网络设备是控制设备或射频设备。

基于上述技术方案，第二网络设备将指示该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵的信息发送给第四网络设备，有利于实现多小区协作传输。例如，若第四网络设备是射频设备，则第四网络设备可以根据指示该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵的信息确定第一波束赋形矩阵，并根据第一波束赋形矩阵确定第四波束赋形矩阵，以使得当第四网络设备根据第四波束赋形矩阵对下行传输信息进行波束赋形时，能避免对第一网络设备服务的用户造成的干扰。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该第一网络设备是控制设备，该第二网络设备是射频设备，该方法还包括：该第二网络设备根据该第一信息确定该第一波束赋形矩阵；该第二网络设备使用该第一波束赋形矩阵对信号进行波束赋形。

第三方面，提供了一种通信装置，该通信装置包括处理单元和收发单元，该处理单元用于生成第一信息，该第一信息用于指示至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵，该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数用于确定第一波束赋形矩阵；该收发单元用于向第二网络设备发送该第一信息。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，该第一信息用于指示该至少一个码本中包括的列向量或行向量。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，该至少一个码本包括第一码本。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，该至少一个码本包括第一码本和第二码本。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，该第一波束赋形矩阵包括第一级矩阵和第二级矩阵，该至少一个码本包括第一码本和第三码本，该至少一个码本对应的加权系数矩阵与该第一码本对应，该第一码本和该加权系数矩阵用于确定该第一级矩阵，该第三码本用于确定该第二级矩阵。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，该第一波束赋形矩阵包括第一级矩阵和第二级矩阵，该至少一个码本包括第一码本、第二码本和第三码本，该至少一个码本对应的加权系数矩阵与该第一码本和该第二码本对应，该第一码本、该第二码本和该加权系数矩阵

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第二波束赋形矩阵和至少一个码本集合,确定该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵,其中,该第二波束赋形矩阵根据以下一种或多种确定:根据 SRS 测量信道确定的波束赋形矩阵、根据 CSI-RS 测量信道确定的波束赋形矩阵、根据 DMRS 测量信道确定的波束赋形矩阵、静态波束赋形矩阵。

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将该第二波束赋形矩阵投影到该至少一个码本集合,得到使信道容量最大和/或信道吞吐量最大的该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵。

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第一信道矩阵和至少一个码本集合,确定该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵,该第一信道矩阵根据以下一种或多种确定:根据 SRS 测量信道确定的信道矩阵、根据 CSI-RS 测量信道确定的信道矩阵、根据 DMRS 测量信道确定的信道矩阵。

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将该第一信道矩阵投影到该至少一个码本集合,得到使信道容量最大和/或信道吞吐量最大的该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵。

结合第三方面,在第三方面的某些实现方式中,该至少一个码本集合包括以下至少一种:第一码本集合、第二码本集合、第三码本集合。

结合第三方面,在第三方面的某些实现方式中,该第一码本、第二码本或者第三码本为以下码本中的一种:空域码本、频域码本、或模拟域码本。

结合第三方面,在第三方面的某些实现方式中,该收发单元还用于向第三网络设备发送指示该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵的信息,该第三网络设备与该第二网络设备属于不同的小区。

结合第三方面,在第三方面的某些实现方式中,该处理单元还用于使用该第一波束赋形矩阵对信号进行波束赋形。

第四方面,提供了一种通信装置,该通信装置包括收发单元和处理单元,该收发单元用于接收来自第一网络设备的第一信息,该第一信息用于指示至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵,该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵用于确定第一波束赋形矩阵;该处理单元用于根据该第一信息确定该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵。

结合第四方面,在第四方面的某些实现方式中,该第一信息用于指示该至少一个码本中包括的列向量或行向量。

结合第四方面,在第四方面的某些实现方式中,该至少一个码本包括第一码本。

结合第四方面,在第四方面的某些实现方式中,该至少一个码本包括第一码本和第二码本。

结合第四方面,在第四方面的某些实现方式中,该第一波束赋形矩阵包括第一级矩阵和第二级矩阵,该至少一个码本包括第一码本和第三码本,该至少一个码本对应的加权系数矩阵与该第一码本对应,该第一码本和该加权系数矩阵用于确定该第一级矩阵,该第三码本用于确定该第二级矩阵。

结合第四方面,在第四方面的某些实现方式中,该第一波束赋形矩阵包括第一级矩阵和第二级矩阵,该至少一个码本包括第一码本、第二码本和第三码本,该至少一个码本对应的

用于确定该第一级矩阵，该第三码本用于确定该第二级矩阵。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，该第一码本、第二码本或者第三码本为以下码本中的一种：空域码本、频域码本、或模拟域码本。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，该收发单元还用于向第四网络设备发送该第一信息，该第四网络设备与该第一网络设备属于不同的小区。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，该处理单元还用于根据该第一信息确定该第一波束赋形矩阵；该处理单元还用于使用该第一波束赋形矩阵对信号进行波束赋形。

第五方面，提供了一种装置，包括处理器。该处理器与存储器耦合，可用于执行存储器中的指令，以实现上述第一方面及第一方面中任一种可能实现方式中的方法。可选地，该装置还包括存储器。可选地，该装置还包括通信接口，处理器与通信接口耦合。

在一种实现方式中，该装置为第一网络设备。当该装置为第一网络设备时，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，该装置为配置于第一网络设备中的芯片或芯片系统。当该装置为配置于第一网络设备中的芯片时，该通信接口可以是输入/输出接口。其中，芯片系统包括至少一个芯片，还可以包括其他电路结构和/或分立器件。

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，提供了一种通信装置，包括处理器。该处理器与存储器耦合，可用于执行存储器中的指令，以实现上述第二方面及第二方面中任一种可能实现方式中的方法。可选地，该装置还包括存储器。可选地，该装置还包括通信接口，处理器与通信接口耦合。

在一种实现方式中，该装置为第二网络设备。当该装置为第二网络设备时，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，该装置为配置于第一网络设备中的芯片或芯片系统。当该装置为配置于第一网络设备中的芯片时，该通信接口可以是输入/输出接口。其中，芯片系统包括至少一个芯片，还可以包括其他电路结构和/或分立器件。

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。

第七方面，本申请提供了一种处理器，包括：输入电路、输出电路和处理电路。所述处理电路用于通过所述输入电路接收信号，并通过所述输出电路发射信号，使得所述处理器执行上述各个方面中的方法。

在具体实现过程中，上述处理器可以为芯片，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。本申请实施例对处理器及各种电路的具体实现方式不做限定。

第八方面，本申请提供了一种处理装置，包括通信接口和处理器。所述通信接口与所述处理器耦合。所述通信接口用于输入和/或输出信息。所述信息包括指令或数据中的至少一项。所述处理器用于执行计算机程序，以使得所述处理装置执行上述各个方面中的方法。

第九方面，本申请提供了一种处理装置，包括处理器和存储器。该处理器用于读取存储器中存储的指令，并可通过接收器接收信号，通过发射器发射信号，以使得所述处理装置执行上述各个方面中的方法。

可选地,所述存储器可以与所述处理器集成在一起,或者所述存储器与处理器分离设置。

在具体实现过程中,存储器可以为非瞬态性(non-transitory)存储器,例如只读存储器(read only memory, ROM),其可以与处理器集成在同一块芯片上,也可以分别设置在不同的芯片上,本申请实施例对存储器的类型以及存储器与处理器的设置方式不做限定。

应理解,相关的信息交互过程,例如发送第一信息可以为从处理器输出第一信息的过程,接收第一信息可以为向处理器输入接收到的第一信息的过程。具体地,处理输出的信息可以输出给发射器,处理器接收的输入信息可以来自接收器。其中,发射器和接收器可以统称为收发器。

上述第八方面和第九方面中的装置可以是芯片或者芯片系统,该处理器可以通过硬件来实现也可以通过软件来实现,当通过硬件实现时,该处理器可以是逻辑电路、集成电路等;当通过软件来实现时,该处理器可以是一个通用处理器,通过读取存储器中存储的软件代码来实现,该存储器可以集成在处理器中,可以位于该处理器之外,独立存在。

第十方面,本申请提供了一种计算机程序产品,所述计算机程序产品包括:计算机程序(也可以称为代码,或指令),当所述计算机程序被运行时,使得计算机执行上述各个方面中的方法。

第十一方面,本申请提供了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(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各个方面中的方法。

第十二方面,本申请提供了一种系统,包括前述的第一网络设备和第二网络设备。

附图说明

图1是适用于本申请实施例提供的方法的系统的示意图;

图2是本申请实施例提供的网络设备的示意性结构图;

图3是本申请实施例提供的方法的示意性流程图;

图4是本申请实施例提供的方法的示意图;

图5是本申请实施例提供的装置的示意性框图;

图6是本申请实施例提供的装置的示意性结构图;

图7是本申请实施例提供的芯片系统的示意图。

具体实施方式

下面将结合附图,对本申请实施例中的技术方案进行描述。

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、频分双工(frequency division duplex, FDD)、时分双工(time division duplex, TDD)系统、全球互联微波接入(worldwide interoperability for microwave access, WiMAX)通信系统、第五代(5th generation, 5G)系统或新无线(new radio, NR)、第六代(6th generation, 6G)系统或未来的通信系统等。本申请中所述的5G移动通信系统包括非独立组网(non-standalone, NSA)的5G移动通信系统或独立组网(standalone, SA)的5G移动通信系统。通信系统还可以是公共陆地移动网络(public land mobile network, PLMN)、设备到设备(device-to-device, D2D)通信系统、机器到机器(machine to machine, M2M)通信系

信系统、无人机 (uncrewed aerial vehicle, UAV) 通信系统或者其他通信系统。

在本申请的描述中, 除非另有说明, “/”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; 本申请中的“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系, 表示可以存在三种关系, 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。并且, 在本申请的描述中, 除非另有说明, “多个”是指两个或两个以上。“以下至少一项 (个)”或其类似表达, 是指的这些项中的任意组合, 包括单项 (个) 或复数项 (个) 的任意组合。例如, a, b, c 中的至少一项 (个), 可以表示: a, b, c, a-b, a-c, b-c, 或 a-b-c, 其中 a, b, c 可以是单个, 也可以是多个。

另外, 为便于清楚描述本申请实施例的技术方案, 在本申请的实施例中, 采用了“第一”、“第二”等字样对功能和作用基本相同的相同项或相似项进行区分。本领域技术人员可以理解“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。同时, 在本申请实施例中, “示例性地”或者“例如”等词用于表示作例子、例证或说明。本申请实施例中被描述为“示例性地”或者“例如”的任何实施例或技术方案不应被解释为比其他实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言, 使用“示例性地”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概率, 便于理解。

此外, 本申请实施例描述的网络架构以及业务场景是为了更加清楚的说明本申请实施例的技术方案, 并不构成对于本申请实施例提供的技术方案的限定, 本领域普通技术人员可知, 随着网络架构的演变和新业务场景的出现, 本申请实施例提供的技术方案对于类似的技术问题, 同样适用。

为便于理解本申请实施例, 首先结合图 1 详细说明本申请实施例的一个应用场景。

图 1 是适用于本申请实施例提供的方法的系统架构。如图 1 所示, 该系统包括: 第一网络设备和第二网络设备。第一网络设备和第二网络设备通过第一接口连接, 第一接口可以是以下接口中的任意一种: 通用公共无线接口 (common public radio interface, CPRI)、增强型 CPRI (enhance CPRI, eCPRI) 接口、或者未来定义的用于连接两个网络设备的接口。示例性地, 第一接口可以称为前传 (fronthaul) 接口。

示例性地, 第一网络设备是控制设备, 第二网络设备是射频设备。如图 1 中的 (a) 所示, 第一网络设备上部署了计算模块, 计算模块用于计算波束赋形矩阵, 并且第一网络设备可以通过第一接口向第二网络设备发送波束赋形矩阵。第二网络设备上部署了波束赋形模块, 波束赋形模块用于根据波束赋形矩阵对待发送的信号进行波束赋形。又示例性地, 第一网络设备是射频设备, 第二网络设备是控制设备。如图 1 中的 (b) 所示, 第一网络设备上部署了计算模块和波束赋形模块。计算模块用于计算波束赋形矩阵, 波束赋形模块用于根据波束赋形矩阵对待发送的信号进行波束赋形。在多小区协作的场景下, 第一网络设备可以通过第一接口向第二网络设备发送波束赋形矩阵。相应地, 第二网络设备从第一网络设备接收到波束赋形矩阵之后, 可以将波束赋形矩阵发送给第三网络设备。第三网络设备是射频设备或控制设备, 且第三网络设备与第一网络设备属于不同的小区。

其中, 控制设备可以作为基站的主设备, 提供处理基带信号的功能, 例如提供高层基带处理 (baseband high, BBH) 功能, 和/或提供对基站各设备功能的控制管理。示例性地, BBH 在下行方向可以具有编码 (coding)、速率匹配 (rate matching)、加扰 (scrambling)、调制 (modulation)、层映射 (layer mapping) 中的一个或多个功能, BBH 在上行方向可以具有解码 (coding)、速率解匹配 (rate de-matching)、解加扰 (de-scrambling)、解调制 (de-modulation)、

备可以是基带单元 (baseband unit, BU 或 BBU)、集中式单元 (centralized unit, CU)、分布式单元 (distributed unit, DU) 等。

在一些部署中, 控制设备可以包括 CU 和 DU, 其中 DU 通过第一接口与射频设备连接。进一步地, CU 还可以采用控制面 (control plane, CP) 和用户面 (user plane, UP) 分离的架构, 即 CU 可以包括 CU-CP 实体和 CU-UP 实体。

射频设备可以作为基站的射频模块, 可以用于处理中频信号和/或射频信号, 也可以用于接收和发射无线信号, 射频设备还可以用于提供部分基带信号的处理功能, 例如, 提供低层基带处理 (baseband low, BBL) 功能。示例性地, BBL 在下行方向可以具有资源映射 (resource element mapping)、数字波束赋形 (digital beam forming, DBF)、快速傅里叶反变换 (inverse fast Fourier transformation, IFFT) 和循环前缀添加 (cyclic prefix addition)、模拟波束赋形 (analog beam forming, ABF)、模数转换 (analog to digital) 中的一个或者多个功能, BBL 在上行方向可以具有快速傅里叶变换 (fast Fourier transformation, FFT) 和带循环前缀移除 (cyclic prefix removal)、模拟波束赋形、模数转换、数字波束赋形、资源解映射 (resource element de-mapping) 中的一个或者多个功能。示例性地, 射频设备可以是射频单元 (radio unit, RU)、远端射频单元 (remote radio unit, RRU)、有源天线单元 (active antenna unit, AAU) 等。

如上文所述, 第一网络设备可以通过第一接口向第二网络设备发送波束赋形矩阵, 波束赋形矩阵的维度可以是: 天线数 $\times$ 子带数 $\times$ 传输层数, 或者, 在天线数为 1 的情况下, 波束赋形矩阵的维度可以是: 子带数 $\times$ 传输层数, 或者, 在子带数为 1 的情况下, 波束赋形矩阵的维度可以是: 天线数 $\times$ 传输层数, 或者, 在传输层数为 1 的情况下, 波束赋形矩阵的维度可以是: 天线数 $\times$ 子带数。因此, 在天线数、子带数或传输层数较大的情况下, 在第一接口上传输波束赋形矩阵将占用大量的带宽。

有鉴于此, 本申请实施例提供一种传输方法, 以期减小第一网络设备与第二网络设备之间传输的数据量。

为便于理解本申请实施例, 下面对本申请实施例涉及到的术语做简单介绍。

1、波束赋形 (beamforming) 技术: 也可以称为预编码技术, 网络设备可以基于已知或者估计的信道信息, 确定与信道状态相匹配的波束赋形矩阵来对待发送信号进行处理, 使得经过波束赋形的待发送信号与信道相适应, 从而使得信号接收设备获得更好的信号接收质量, 例如, 获得更高的信号与干扰加噪声比 (signal to interference plus noise ratio, SINR) 等。因此, 采用波束赋形技术, 可以实现发送设备与多个接收设备在相同的时频资源上传输信号, 也就是实现了多用户多输入多输出 (multiple user multiple input multiple output, MU-MIMO)。

2、空域向量 (spatial domain vector): 也可以称为角度向量、数字波束 (digital beam) 向量、空域波束基向量或空域基向量等。空域向量中的各个元素可以表示各个射频通道的权重。基于空域向量中的各个元素所表示的各个射频通道的权重, 将各个射频通道的信号做线性叠加, 可以在空间某一方向上形成信号较强的区域。空域向量的维度可以是 $N_{\text{tx}} \times 1$, N_{tx} 表示射频通道数。

可选地, 空域向量是以下向量中的任意一种: 离散傅里叶变换 (discrete Fourier transform, DFT) 向量、DFT 向量的共轭转置向量、过采样 DFT 向量、过采样 DFT 向量的共轭转置向量。DFT 向量可以是指 DFT 矩阵中的向量, DFT 共轭转置向量可以是指 DFT 矩阵的共轭转置矩阵中的列向量, 过采样 DFT 向量可以说是指过采样 DFT 矩阵中的向量。

在一种可能的设计中, 空域向量例如可以是 NR 协议技术规范 (technical specification,

2D)-DFT 向量 $V_{l,m}$ 。换句话说，空域向量可以是 2D-DFT 向量或过采样 2D-DFT 向量。为了简洁，这里省略对 2D-DFT 向量的详细说明。

3、频域向量 (frequency domain vector)：也称为频域基向量。频域向量可以是用于表征信道在频域的变化规律的向量，或者说频域向量可以是用于表征信道频域特征的向量，或者说频域向量可以是用于对抗信道在频域的变化规律的向量。每个频域向量可以表示一种变化规律。信号在经过无线信道传输时，从发射天线可以经过多个路径达到接收天线，多径时延导致频率选择性衰落，就相当于频域信道的变化。可以通过不同的频域向量来表征不同传输路径上时延导致的信道在频域上的变化规律。频域向量的维度可以是 $N_f \times 1$ ， N_f 表示频域单元数

可选地，频域向量是以下向量中的任意一种：DFT 向量、DFT 向量的共轭转置向量、过采样 DFT 向量、过采样 DFT 向量的共轭转置向量、离散余弦变化 (discrete cosine transform, DCT) 向量、DCT 向量的共轭转置向量、过采样 DCT 向量、过采样 DCT 向量的共轭转置向量。例如，频域向量可以是 NR TS 38.214 R15 中类型 II 中定义的 DFT 向量。

4、模拟波束向量：模拟波束向量中的各个元素可以表示各个天线阵子的权重。基于模拟波束向量中的各个元素所表示的各个天线阵子的权重，将各个天线阵子的信号做线性叠加，可以在空间某一方向上形成信号较强的区域。需要说明的是，在本申请实施例中，天线阵子指的是与一个模拟域的移相器连接的天线阵子，且不同天线阵子与不同的模拟域移相器连接。空域向量的维度可以是 $N_{ant} \times 1$ ， N_{ant} 表示天线阵子数。

可选地，模拟域波束向量是以下向量中的任意一种：DFT 向量、DFT 向量的共轭转置向量、过采样 DFT 向量、过采样 DFT 向量的共轭转置向量。

5、空域码本和空域码本集合：

空域码本表示包括 L 个空域向量的空域向量集合， L 为正整数。可以理解，当空域码本包括一个空域向量时，空域码本也可以称为空域向量。还可以理解，空域码本也可以表示成矩阵的形式，例如，若空域向量是列向量，则可以将 L 个空域向量从左到右依次排列之后得到矩阵形式的空域码本，或者将 L 个空域向量的共轭转置从上到下依次排列之后得到矩阵形式的空域码本。还可以理解，空域码本也可以表示成向量的形式，例如，若空域向量是列向量，则可以将 L 个空域向量从上到下依次排列之后得到向量形式的空域码本。

空域码本集合表示包括 L' 个空域向量的空域向量集合， L' 为大于或等于 L 的整数。在一种可能的设计中，空域码本集合包括 N_{tx} 个空域向量 (即 $L'=N_{tx}$)，该 N_{tx} 个空域向量之间可以两两相互正交， N_{tx} 表示射频通道数。在另一种可能的设计中，空域码本集合包括的 N_{tx} 个空域向量可以通过过采样因子 O_s 扩展为 $O_s \times N_{tx}$ 个空域向量。此情况下，空域码本集合可以包括 O_s 个子集，每个子集可以包括 N_{tx} 个空域向量。每个子集中的 N_{tx} 个空域向量之间可以两两相互正交。

空域码本集合也可以表示包括 X 个空域码本的集合， X 为正整数。每个空域码本包括 L' 个空域向量中的一个或多个空域向量。

6、频域码本和频域码本集合：

频域码本表示包括 M 个频域向量的频域向量集合， M 为正整数。可以理解，当频域码本包括一个频域向量时，频域码本也可以称为频域向量。还可以理解，频域码本也可以表示成矩阵的形式，例如，若频域向量是列向量，则可以将 M 个频域向量从左到右依次排列之后得到矩阵形式的频域码本，或者将 M 个频域向量的共轭转置从上到下依次排列之后得到矩阵形式的频域码本。还可以理解，频域码本也可以表示成向量的形式，例如，若频域向量是列向

频域码本集合表示包括 M' 个频域向量的频域向量集合, M' 为大于或等于 M 的整数。在一种可能的设计中, 频域码本集合包括 N_f 个空域向量 (即 $M'=N_f$), 该 N_f 个频域向量之间可以两两相互正交, N_f 表示频域单元数。在另一种可能的设计中, 频域码本集合包括的 N_f 个频域向量可以通过过采样因子 O_f 扩展为 $O_f \times N_f$ 个频域向量。此情况下, 频域码本集合可以包括 O_f 个子集, 每个子集可以包括 N_f 个频域向量。每个子集中的 N_f 个频域向量之间可以两两相互正交。

7、模拟域码本和模拟域码本集合:

模拟域码本表示包括 B 个模拟波束向量的模拟波束向量集合, B 为正整数。可以理解, 当模拟域码本包括一个模拟波束向量时, 模拟域码本也可以称为模拟域向量。还可以理解, 模拟域码本也可以表示成矩阵的形式, 例如, 若模拟波束向量是列向量, 则可以将 B 个模拟波束向量从左到右依次排列之后得到矩阵形式的模拟域码本, 或者将 B 个模拟波束向量的共轭转置从左到右依次排列之后得到矩阵形式的模拟域码本。还可以理解, 模拟域码本也可以表示成向量的形式, 例如, 若模拟波束向量是列向量, 则可以将 B 个模拟波束向量从上到下依次排列之后得到向量形式的模拟域码本。

模拟域码本集合表示包括 B' 个模拟波束向量的模拟波束向量集合, B' 为大于或等于 B 的整数。在一种可能的设计中, 模拟域码本集合包括 N_{ant} 个模拟波束向量 (即 $B'=N_{ant}$), 该 N_{ant} 个模拟波束向量之间可以两两相互正交, N_{ant} 表示天线阵子的个数。

下面结合图 2 说明本申请实施例提供的第一网络设备和第二网络设备的示意性结构图。

一种可能的实现方式中, 第一网络设备是控制设备, 第二网络设备是射频设备。第一网络设备可以包括生成模块, 用于生成第一信息, 第一信息用于指示至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵, 至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵用于确定第一波束赋形矩阵。可选的, 如图 2 中的 (a) 所示, 第一网络设备还可以包括计算模块和量化模块。计算模块用于计算第二波束赋形矩阵或第一信道矩阵。量化模块用于根据第二波束赋形矩阵或第一信道矩阵确定所述至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵, 至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵用于确定第一波束赋形矩阵。更多关于计算模块和量化模块的功能的描述可以参考下文方法 300 中的描述。第一网络设备还可以用于通过第一接口向第二网络设备发送第一信息。第二网络设备可以包括重构模块和波束赋形模块。重构模块用于根据第一信息确定第一波束赋形矩阵。波束赋形模块用于根据第一波束赋形矩阵对待发送的信号进行波束赋形。更多关于重构模块和波束赋形模块的功能的描述可以参考下文方法 300 中的描述。

其中, 第一网络设备与第二网络设备属于相同的小区, 或者属于不同的小区, 本申请实施例对此不作限定。第二波束赋形矩阵是通过测量信道得到的, 第一波束赋形矩阵是根据第一信息确定的, 且第一波束赋形矩阵与第二波束赋形矩阵相同或相近, 或者, 第一波束赋形矩阵用于重构或者逼近第二波束赋形矩阵。

示例性地, 第一网络设备包括的生成模块用于根据从网络设备#A 接收的第二信息生成第一信息, 第二信息用于指示至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵。例如, 第一网络设备生成第一信息指的是, 第一网络设备直接将第二信息作为第一信息。又例如, 第一网络设备生成第一信息指的是, 第一网络设备根据第二信息确定至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵, 再根据至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵确定第一

又示例性地,第一网络设备用于根据第二波束赋形矩阵或第一信道矩阵生成第一信息。如图2中的(a)所示,第一网络设备可以包括计算模块和量化模块。计算模块用于计算第二波束赋形矩阵或第一信道矩阵。量化模块用于根据第二波束赋形矩阵或第一信道矩阵生成第一信息。更多关于计算模块和量化模块的功能的描述可以参考下文方法300中的描述。

可选地,第一网络设备还可以向第三网络设备发送指示至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵或第一信息,第三网络设备是控制设备或射频设备,第三网络设备与第二网络设备属于不同的小区。

另一种可能的实现方式中,第一网络设备是射频设备,第二网络设备是控制设备。第一网络设备包含用于生成第一信息的模块,例如,生成模块。第一网络设备可以通过第一接口向第二网络设备发送第一信息。相应地,第二网络设备从第一网络设备接收到第一信息之后,可以将指示至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵的信息或第一信息发送给第四网络设备。第四网络设备可以是射频设备或控制设备,且第四网络设备与第一网络设备属于不同的小区。

示例性地,第一网络设备包括的生成模块用于根据从网络设备#A接收的第二信息生成第一信息,第二信息用于指示至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵。例如,第一网络设备生成第一信息指的是,第一网络设备直接将第二信息作为第一信息。又例如,第一网络设备生成第一信息指的是,第一网络设备根据第二信息确定至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵,再根据至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵确定第一信息。网络设备#A是控制设备或射频设备。

又示例性地,第一网络设备用于根据第二波束赋形矩阵或第一信道矩阵生成第一信息。如图2中的(b)所示,第一网络设备可以包括计算模块、量化模块和波束赋形模块。计算模块用于计算第二波束赋形矩阵或第一信道矩阵。波束赋形模块用于根据第二波束赋形矩阵对待发送的信号进行波束赋形。量化模块用于根据第二波束赋形矩阵或第一信道矩阵生成第一信息。

可选地,第一网络设备还包括重构模块。在多小区协作场景下,第二网络设备可以从网络设备#B接收第三信息,第三信息用于指示至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数,至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数用于确定波束赋形矩阵#A。进一步地,第二网络设备通过第一接口将指示至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数的信息发送给第一网络设备。相应地,第一网络设备包括的重构模块用于根据至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数确定波束赋形矩阵#A。进一步地,第一网络设备包括的计算模块还用于根据波束赋形矩阵#A计算第二波束赋形矩阵,以使得当第二网络设备根据第二波束赋形矩阵对下行传输信号进行波束赋形时,能避免对网络设备#B服务的用户造成的干扰。网络设备#B可以是控制设备,且网络设备#B与第一网络设备属于不同的小区。

下面结合图3说明本申请实施例提供的传输方法。图3示出了本申请实施例提供的传输方法的示意性流程图。下面详细描述方法300包括的各个步骤。

S310,第一网络设备生成第一信息。

第一信息用于指示至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵,该至少一个码本和该至少一个码本对应的加权系数矩阵用于确定第一波束赋形矩阵,该第一波束赋形矩阵用于对下行传输信号进行波束赋形。

一种可能的实现方式中,该至少一个码本包括第一码本,该至少一个码本对应的加权系

本对应的加权系数矩阵。其中，第一码本可以是空域码本，下又以第一码本是空域码本为例进行说明。可选的，第一码本还可以是具有不同名称或者含义的其他码本，本申请对此不做限定。

示例性地，该空域码本可以通过索引来指示，即该第一信息包括该空域码本的索引。

又示例性地，该空域码本可以通过第一位图来指示。第一位图包含的比特数，或者说，第一位图的长度，可以是空域码本集合包含的空域码本的个数，第一位图包含的每个比特对应于空域码本集合中的一个空域码本。例如，当某一比特位指示“0”时，可认为该比特位对应的空域码本未被选择；当比特位指示“1”时，可认为该比特位对应的空域码本被选择，或者说，该比特位对应的空域码本是第一信息指示的空域码本。

又示例性地，该空域码本可以通过空域码本包括的空域向量的索引来指示，即该第一信息包括该空域码本包括的 L 个空域向量的索引。换句话说，该第一信息可以用于指示 L 个空域向量，该 L 个空域向量可以组成该空域码本。需要说明的是，空域码本包括的 L 个空域向量可以是空域码本的 L 个行向量，也可以是空域码本的 L 个列向量。

可选地，当该 L 个空域向量是空域码本的 L 个行向量时，第一信息还用于指示空域码本包括的 N_{tx} 个列向量。或者，当该 L 个空域向量是空域码本的 L 个列向量时，第一信息还用于指示空域码本包括的 N_{tx} 个行向量。

又示例性地，该空域码本可以通过第二位图来指示。第二位图包含的比特数，或者说，第二位图的长度，可以是空域码本集合包含的空域向量的个数，第二位图包含的每个比特对应于空域码本集合中的一个空域向量。例如，当某一比特位指示“0”时，可认为该比特位对应的空域向量未被选择；当比特位指示“1”时，可认为该比特位对应的空域向量被选择，或者说，该比特位对应的空域向量是第一信息指示的空域码本包括的空域向量。

示例性地，空域码本对应的加权系数矩阵可以包括与 L 个空域向量对应的加权系数。例如，加权系数矩阵包括 L 列， L 列与 L 个空域向量一一对应；或者，加权系数矩阵包括 L 行， L 行与 L 个空域向量一一对应。可选的，空域码本对应的加权系数矩阵可以是指宽带幅度系数矩阵，进一步地，空域码本对应的加权系数矩阵还可以包括子带系数矩阵，子带系数矩阵包括的每个子带系数包括子带幅度系数和子带相位系数。示例性地，当空域码本对应的加权系数包括宽带幅度系数矩阵、子带幅度系数矩阵和子带相位系数矩阵时，空域码本对应的加权系数矩阵可以表示为 $[a_0 \ a_1 \ \dots \ a_{L-1}][b_0 \ b_1 \ \dots \ b_{L-1}]^T$ ，其中， $[a_0 \ a_1 \ \dots \ a_{L-1}]$ 表示宽带幅度系数矩阵， $[b_0 \ b_1 \ \dots \ b_{L-1}]^T$ 表示子带系数矩阵 $[b_0 \ b_1 \ \dots \ b_{L-1}]$ 的转置， b_0 至 b_{L-1} 可以分别包括子带幅度系数 α_0 至 α_{L-1} 以及子带相位系数 φ_0 至 φ_{L-1} 。宽带幅度系数和空域码本用于确定宽带对应的第一波束赋形矩阵，宽带幅度系数、子带系数和空域码本用于确定宽带包括的每个子带对应的第一波束赋形矩阵。宽带对应的第一波束赋形矩阵用于对在宽带包括的一个或子带上传输的信号进行波束赋形。若确定了宽带包括的每个子带对应的第一波束赋形矩阵，则子带对应的第一波束赋形矩阵用于对该子带上传输的信号进行波束赋形。

示例性地，该空域码本对应的加权系数矩阵可以通过归一化的方式来指示。

假设加权系数矩阵包括与 L 个空域向量对应的 L 行系数，第一网络设备可以分别对 L 行系数取模，确定模最大的一行系数。进一步地，第一网络设备将模最大的一行系数归为一，求其余 $L-1$ 行系数相对于该模最大的一行系数的相对值，并通过量化信息来指示该 $L-1$ 行系数相对于模最大的一行系数的相对值。对于模最大的一行系数，可以指示该模最大的一行系数的位置，如，该模最大的一行系数为 L 行系数中的第几行。

请构成任何限定。例如，第一网络设备也可以直接指示加权系数矩阵中每个加权系数的量化值的索引，或者，通过差分的方式指示加权系数矩阵中的每个加权系数。

需要说明的是，在本申请实施例中，将空域码本对应的加权系数表示为加权系数矩阵仅作为示例，而不是限定。空域码本对应的加权系数也可以表示为向量的形式或数组的形式等。

另一种可能的实现方式中，该至少一个码本包括第一码本和第二码本，该至少一个码本对应的加权系数矩阵包括一个既与第一码本对应又与第二码本对应的加权系数矩阵，即第一信息用于指示第一码本、第二码本以及与第一码本和第二码本对应的加权系数矩阵。其中，加权系数矩阵包括的每个加权系数与第一码本中的一个向量和第二码本中的一个向量对应，且不同加权系数对应的第一码本中的向量和/或第二码本中的向量不同。其中，第一码本可以是空域码本，第二码本可以是频域码本，下文以第一码本是空域码本、第二码本是频域码本为例进行说明。可选的，第一码本和/或第二码本也可以是具有不同名称或者含义的其他码本，本申请对此不做限定。

示例性地，该空域码本和频域码本可以通过索引来指示，即该第一信息包括该空域码本的索引和频域码本的索引。

又示例性地，该空域码本和频域码本可以通过第一位图和第三位图来指示。关于第一位图的描述可以参考上文。第三位图包含的比特数，或者说，第三位图的长度，可以是频域码本集合包含的频域码本的个数，第三位图包含的每个比特对应于频域码本集合中的一个频域码本。例如，当某一比特位指示“0”时，可认为该比特位对应的频域码本未被选择；当比特位指示“1”时，可认为该比特位对应的频域码本被选择，或者说，该比特位对应的频域码本是第一信息指示的频域码本。

又示例性地，空域码本可以通过空域码本包括的空域向量的索引来指示，以及频域码本也可以通过频域码本包括的频域向量的索引来指示，即该第一信息包括该空域码本包括的 L 个空域向量的索引和该频域码本包括的 M 个频域向量的索引。换句话说，该第一信息可以用于指示 L 个空域向量和 M 个频域向量，该 L 个空域向量可以组成该空域码本，该 M 个频域向量可以组成该频域码本。需要说明的是，空域码本包括 L 个空域向量可以是空域码本的 L 个行向量，也可以是空域码本的 L 个列向量，频域码本包括的 M 个频域向量可以是频域码本的 M 个行向量，也可以是频域码本的 M 个列向量。

可选地，当该 M 个频域向量是频域码本的 M 个行向量时，第一信息还用于指示频域码本包括的 N_f 个列向量。或者，当该 M 个频域向量是频域码本的 M 个列向量时，第一信息还用于指示频域码本包括的 N_f 个行向量。

又示例性地，该空域码本和该频域码本可以通过第二位图和第四位图来指示。关于第二位图的描述可以参考上文。第四位图包含的比特数，或者说，第四位图的长度，可以是频域码本集合包含的频域向量的个数，第四位图包含的每个比特对应于频域码本集合中的一个频域向量。例如，当某一比特位指示“0”时，可认为该比特位对应的频域码本未被选择；当比特位指示“1”时，可认为该比特位对应的频域码本被选择，或者说，该比特位对应的频域码本是第一信息指示的频域码本。

示例性地，该空域码本和该频域码本对应的加权系数矩阵的可以通过归一化的方式来指示。

例如，第一网络设备可以从加权系数矩阵中确定幅度最大的加权系数（例如记为最大系数），并指示该最大系数在该加权系数矩阵中的位置（例如，该最大系数在该加权系数矩阵

中幅度最大的加权系数（例如记为行内最大系数）相对于上述最大系数的相对值，以及每一行的其他加权系数相对于同一行的行内最大系数的相对值；或者，第一网络设备可以进一步指示该加权系数矩阵中每一列中幅度最大的加权系数（例如记为列内最大系数）相对于上述最大系数的相对值，以及每一列的其他加权系数相对于同一列的列内最大系数的相对值。

又例如，第一网络设备可以从加权系数矩阵中确定幅度最大的加权系数（即上述最大系数），并指示该最大系数在加权系数矩阵中的位置（例如，该最大系数在加权系数矩阵中的行的序号和列的序号）。然后，第一网络设备可以进一步指示该加权系数矩阵中其他加权系数相对于最大系数的相对值。

应理解，通过归一化的方式指示加权系数矩阵仅为一种可能的实现方式，而不应对本申请构成任何限定。例如，第一网络设备也可以直接指示加权系数矩阵中每个加权系数的量化值的索引，或者，通过差分的方式指示加权系数矩阵中的每个加权系数。

需要说明的是，在本申请实施例中，将空域码本和频域码本对应的加权系数表示为加权系数矩阵仅作为示例，而不是限定。空域码本和频域码本对应的加权系数也可以表示为向量的形式或数组的形式等。

该加权系数矩阵中每个加权系数与空域码本中的空域向量和频域码本中的频域向量的对应关系可以通过位图来指示。例如，该位图包括 $L \times M$ 个比特，其中第 $l \times m$ 个比特指示的加权系数与空域码本中的第 l 个空域向量和频域码本中的第 m 个频域向量对应。 l 是大于 0 且小于或等于 L 的整数， m 是大于 0 且小于或等于 M 的整数。

又一种可能的实现方式中，该至少一个码本包括第一码本和第三码本，该至少一个码本对应的加权系数矩阵包括该第一码本对应的加权系数矩阵，即该第一信息用于指示第一码本和第三码本，以及用于指示第一码本对应的加权系数矩阵。其中，第一码本和加权系数矩阵用于确定第一波束赋形矩阵包括的第一级矩阵，第三码本用于确定第一波束赋形矩阵包括的第二级矩阵。第一级矩阵和第二级矩阵共同作用于下行传输的波束赋形。示例性地，第一级矩阵用于下行传输的数字波束赋形，第二级矩阵用于下行传输信号的模拟波束赋形。其中，第一码本可以是空域码本，第三码本可以是模拟域码本，下文以第一码本是空域码本、第三码本是模拟域码本为例进行说明。可选的，第一码本和/或第三码本也可以是具有不同名称或者含义的其他码本，本申请对此不做限定。

空域码本和加权系数矩阵的指示方式可以参见上文中的描述。

示例性地，该模拟域码本可以通过索引来指示，即该第一信息包括该模拟域码本的索引。

又示例性地，该模拟域码本可以通过第五位图来指示。第五位图包含的比特数，或者说，第五位图的长度，可以是模拟域码本集合包含的模拟域码本的个数，第五位图包含的每个比特对应于模拟域码本集合中的一个模拟域码本。例如，当某一比特位指示“0”时，可认为该比特位对应的模拟域码本未被选择；当比特位指示“1”时，可认为该比特位对应的模拟域码本被选择，或者说，该比特位对应的模拟域码本是第一信息指示的模拟域码本。

又示例性地，该模拟域码本可以通过模拟域码本包括的模拟域向量的索引来指示，即该第一信息包括该模拟域码本包括的 B 个模拟域向量的索引。换句话说，该第一信息可以用于指示 B 个模拟域向量，该 B 个模拟域向量可以组成该模拟域码本。需要说明的是，模拟域码本包括的 B 个模拟域向量可以是模拟域码本的 B 个行向量，也可以是模拟域码本的 B 个列向量。

可选地，当该 B 个模拟域向量是模拟域码本的 B 个行向量时，第一信息还用于指示模拟

息还用于指示模拟域码本包括的 N_{ant} 个行向量。

又示例性地,该模拟域码本可以通过第六位图来指示。第六位图包含的比特数,或者说,第六位图的长度,可以是模拟域码本集合包含的模拟域向量的个数,第六位图包含的每个比特对应于模拟域码本集合中的一个模拟域向量。例如,当某一比特位指示“0”时,可认为该比特位对应的模拟域向量未被选择;当比特位指示“1”时,可认为该比特位对应的模拟域向量被选择,或者说,该比特位对应的模拟域向量是第一信息指示的模拟域码本包括的模拟域向量。

又一种可能的实现方式中,该至少一个码本包括第一码本、第二码本和第三码本,该至少一个码本对应的加权系数矩阵包括一个既与第一码本对应又与第二码本对应的加权系数矩阵,即该第一信息用于指示第一码本、第二码本和第三码本,以及用于指示与第一码本和第二码本对应的加权系数矩阵。其中,第一码本、第二码本和加权系数矩阵用于确定第一波束赋形矩阵包括的第一级矩阵,第三码本用于确定第一波束赋形矩阵包括第二级矩阵。第一码本可以是空域码本,第二码本是频域码本,第三码本可以是模拟域码本,下文以第一码本是空域码本、第二码本是频域码本、第三码本是模拟域码本为例进行说明。可选的,第一码本、第二码本和/或第三码本也可以是具有不同名称或者含义的其他码本,本申请对此不做限定。

空域码本、频域码本、模拟域码本和加权系数矩阵的指示方式可以参见上文中的描述。

本申请实施例对第一网络设备生成第一信息的方式不做限定。

一种可能的实现方式中,第一网络设备根据第二波束赋形矩阵生成第一信息,第二波束赋形矩阵是以下矩阵中的任意一种:根据 SRS 测量信道确定的波束赋形矩阵(记为 SRS 波束赋形矩阵)、根据 CSI-RS 测量信道确定的波束赋形矩阵(记为 PMI 波束赋形矩阵)、根据 DMRS 测量信道确定的波束赋形矩阵(记为 DMRS 波束赋形矩阵)、静态波束赋形矩阵。或者,第二波束赋形矩阵是根据以下矩阵中的多个矩阵确定的: SRS 波束赋形矩阵、PMI 波束赋形矩阵、DMRS 波束赋形矩阵、静态波束赋形矩阵,例如第二波束赋形矩阵可以是对上述多种矩阵求平均值得到的,或者第二波束赋形矩阵可以是对上述多种矩阵求和得到的。

示例性地,第一网络设备将第二波束赋形矩阵投影到至少一个码本集合,得到使信道容量最大和/或信道吞吐量最大的至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵。其中,至少一个码本集合可以包括以下至少一种:空域码本集合、频域码本集合和模拟域码本集合。

下面以第二波束赋形矩阵是 SRS 波束赋形矩阵为例,对第一网络设备根据第二波束赋形矩阵生成第一信息的方式进行说明。

方式 1:

第一网络设备将 SRS 波束赋形矩阵投影到空域码本集合,得到使信道容量最大和/或信道吞吐量最大的空域码本和空域码本对应的加权系数矩阵。其中,空域码本的维度可以是预定义的,或者说,空域码本包括的空域向量的个数 L 可以是预定义的。例如,空域向量的个数可以根据射频通道数预定义的,例如,空域向量的个数 L 是射频通道数的一半。示例性地,在预定义空域向量的个数 L 的情况下,可以认为使得信道容量最大和/或信道吞吐量最大的空域码本是将 SRS 波束赋形矩阵投影到空域码本集合时相关性最大的前 L 个空域向量组成的。

下面详细说明第一网络设备确定空域码本包括的 L 个空域向量和加权系数矩阵的具体过程。

如前文所述,空域码本集合可以包括 N_{tx} 个空域向量,空域向量的维度是 $N_{\text{tx}} \times 1$,将空域码本集合包括的空域向量从左到右排列之后所构建的矩阵 $\mathbf{V}_s$ 的维度为 $N_{\text{tx}} \times N_{\text{tx}}$ 。第一网络设备可以通过 $\mathbf{V}_s^H \mathbf{W}_{\text{SRS}} = \mathbf{W}$ 来确定矩阵 $\mathbf{W}$ 。其中, $\mathbf{V}_s^H$ 表示 $\mathbf{V}_s$ 的共轭转置, $\mathbf{W}_{\text{SRS}}$ 表示 SRS 波束

码本集合包括的 N_{tx} 个空域向量对应。第一网络设备可以对该矩阵 $\mathbf{W}$ 中的 N_{tx} 行分别取模, 根据各行的模长大小, 确定模较大的 L 行。该 L 个行在矩阵 $\mathbf{W}$ 中的行序号可以为相关性最大的 L 个空域向量在空域码本集合中的列序号。进而第一网络设备可以确定将 SRS 波束赋形矩阵投影到空域码本集合时相关性最大的前 L 个空域向量, 该 L 个空域向量组成第一信息指示的至少一个码本包括的空域码本。此外, 矩阵 $\mathbf{W}$ 中模较大的 L 行中的元素组成的维度为 $L \times N_f$ 的矩阵 $\mathbf{W}_c$ 是加权系数矩阵。

进一步地, 第一网络设备根据 L 个空域向量和加权系数矩阵生成第一信息。

方式 2:

第一网络设备将 SRS 波束赋形矩阵投影到空域码本集合和频域码本集合, 得到使信道容量最大和/或信道吞吐量最大的空域码本、频域码本以及与空域码本和频域码本对应的加权系数矩阵。其中, 空域码本的维度可以是预定义的, 或者说, 空域码本包括的空域向量的个数 L 可以是预定义的。频域码本的维度可以是预定义的, 或者说, 频域码本包括的频域向量的个数 M 是预定义的。例如, 频域向量的个数可以根据频域单元数预定义的, 例如, 频域向量的个数 L 是频域单元数的一半。示例性地, 在预定义空域向量的个数 L 和频域向量的个数 M 的情况下, 可以认为使得信道容量最大和/或信道吞吐量最大的空域码本是将 SRS 波束赋形矩阵投影到空域码本集合时相关性最大的前 L 个空域向量组成的, 以及使得信道容量最大和/或信道吞吐量最大的频域码本是将 SRS 波束赋形矩阵投影到频域码本集合时相关性最大的前 M 个频域向量组成的。

下面详细说明第一网络设备确定空域码本包括的 L 个空域向量、频域码本包括的 M 个频域向量和加权系数矩阵的具体过程。

如前文所述, 空域码本集合所构建的矩阵 $\mathbf{V}_s$ 的维度为 $N_{\text{tx}} \times N_{\text{tx}}$ 。频域码本集合可以包括 N_f 个频域向量, 频域向量的维度是 $N_f \times 1$, 将频域码本集合包括的频域向量从左到右排列之后所构建的矩阵 $\mathbf{V}_f$ 的维度为 $N_f \times N_f$ 。第一网络设备可以通过 $\mathbf{V}_s^H \mathbf{W}_{\text{SRS}} \mathbf{V}_f = \mathbf{W}$ 来确定矩阵 $\mathbf{W}$ 。其中, $\mathbf{V}_s^H$ 表示 $\mathbf{V}_s$ 的共轭转置, $\mathbf{W}_{\text{SRS}}$ 表示 SRS 波束赋形矩阵, 维度为 $N_{\text{tx}} \times N_f$, 矩阵 $\mathbf{W}$ 的维度可以是 $N_{\text{tx}} \times N_f$ 。其中, $\mathbf{W}$ 中的 N_{tx} 行可以与空域码本集合包括的 N_{tx} 个空域向量对应, $\mathbf{W}$ 中的 N_f 行可以与频域码本集合包括的 N_f 个频域向量对应。第一网络设备可以对该矩阵 $\mathbf{W}$ 中的 N_{tx} 行分别取模, 根据各行的模长大小, 确定模较大的 L 行。该 L 个行在矩阵 $\mathbf{W}$ 中的行序号可以为相关性最大的 L 个空域向量在空域码本集合中的列序号。第一网络设备还可以对该矩阵 $\mathbf{W}$ 中的 N_f 列分别取模, 根据各列的模长大小, 确定模较大的 M 列。该 M 个列在矩阵 $\mathbf{W}$ 中的列序号可以为相关性最大的 M 个频域向量在空域码本集合中的列序号。进而第一网络设备可以确定将 SRS 波束赋形矩阵投影到空域码本集合时相关性最大的前 L 个空域向量, 以及将 SRS 波束赋形矩阵投影到频域码本集合时相关性最大的前 M 个频域向量。该 L 个空域向量组成第一信息指示的至少一个码本包括的空域码本, 以及该 M 个频域向量组成第一信息指示的至少一个码本包括的频域码本。此外, 矩阵 $\mathbf{W}$ 中模较大的 L 行中与模较大的 M 列中重合的元素可以构建得到维度为 $L \times M$ 的矩阵 $\mathbf{W}_c$, 该矩阵 $\mathbf{W}_c$ 可以称为加权系数矩阵。

进一步地, 第一网络设备根据 L 个空域向量、 M 个频域向量和加权系数矩阵生成第一信息。

方式 3:

第一网络设备将 SRS 波束赋形矩阵投影到模拟域码本集合和空域码本集合, 得到使信道容量最大和/或信道吞吐量最大的空域码本、加权系数矩阵和模拟域码本。其中, 模拟域码本

模拟域向量的个数可以是根据天线阵子数预定义的，例如，模拟域向量的个数 B 是天线阵子数的一半。示例性地，可以认为使得信道容量最大和/或信道吞吐量最大的模拟域码本是将 SRS 波束赋形矩阵投影到模拟域码本集合时相关性最大的前 B 个模拟域向量组成的。

下面详细说明第一网络设备确定模拟域码本包括的 B 个模拟域向量、空域码本包括的 L 个空域向量和加权系数矩阵的过程。

如前文所述，空域码本集合所构建的矩阵 $\mathbf{V}_S$ 的维度为 $N_{\text{trx}} \times N_{\text{trx}}$ 。模拟域码本集合可以包括 N_{ant} 个模拟域向量，模拟域向量的维度是 $N_{\text{ant}} \times 1$ ，将模拟域码本集合包括的模拟域向量从左到右排列之后所构建的矩阵 $\mathbf{V}_M$ 的维度为 $N_{\text{ant}} \times N_{\text{ant}}$ 。第一网络设备可以通过 $\mathbf{V}_M^H \mathbf{W}_{\text{SRS}} = \mathbf{W}'$ 来确定矩阵 $\mathbf{W}'$ 。其中， $\mathbf{V}_M^H$ 表示 $\mathbf{V}_M$ 的共轭转置， $\mathbf{W}_{\text{SRS}}$ 表示 SRS 波束赋形矩阵，在射频通道数小于天线阵子数的情况下， $\mathbf{W}_{\text{SRS}}$ 的维度可以为 $N_{\text{ant}} \times N_f$ ，矩阵 $\mathbf{W}'$ 的维度可以是 $N_{\text{ant}} \times N_f$ 。其中， $\mathbf{W}'$ 中的 N_{ant} 行可以与模拟域码本集合包括的 N_{ant} 个模拟域向量对应。第一网络设备可以对该矩阵 $\mathbf{W}'$ 中的 N_{ant} 行分别取模，根据各行的模长大小，确定模较大的 B 行。该 B 个行在矩阵 $\mathbf{W}'$ 中的行序号可以为相关性最大的 B 个模拟域向量在模拟域码本集合中的列序号。进而第一网络设备可以确定将 SRS 波束赋形矩阵投影到模拟域码本集合时相关性最大的前 B 个模拟域向量，该 B 个模拟域向量组成第一信息指示的至少一个码本包括的模拟域码本。

进一步地，第一网络设备可以通过 $\mathbf{V}_S^H \mathbf{W}' = \mathbf{W}$ 来确定矩阵 $\mathbf{W}$ 。 $\mathbf{W}$ 是矩阵 $\mathbf{W}'$ 中模较大的 B 行中的元素组成的维度为 $B \times N_f$ 的矩阵。 $\mathbf{V}_S^H$ 表示 $\mathbf{V}_S$ 的共轭转置， $\mathbf{V}_S$ 的维度是 $B \times N_{\text{trx}}$ ， $\mathbf{V}_S$ 的每个列向量是 $\mathbf{V}_S$ 的每个列向量的截断，且截断的维度是 $B \times 1$ 。也就是说， $\mathbf{V}_S$ 的每个列向量包括的元素是 $\mathbf{V}_S$ 的每个列向量中的前 B 个元素。矩阵 $\mathbf{W}$ 的维度可以是 $N_{\text{trx}} \times N_f$ 。其中， $\mathbf{W}$ 中的 N_{trx} 行可以与空域码本集合包括的 N_{trx} 个空域向量对应。第一网络设备可以对该矩阵 $\mathbf{W}$ 中的 N_{trx} 行分别取模，根据各行的模长大小，确定模较大的 L 行。该 L 个行在矩阵 $\mathbf{W}$ 中的行序号可以为相关性最大的 L 个空域向量在空域码本集合中的列序号。进而第一网络设备可以确定将 SRS 波束赋形矩阵投影到空域码本集合时相关性最大的前 L 个空域向量，该 L 个空域向量组成第一信息指示的至少一个码本包括的空域码本。此外，矩阵 $\mathbf{W}$ 中模较大的 L 行中的元素组成的维度为 $L \times N_f$ 的矩阵 $\mathbf{W}_{\text{cl}}$ 是空域码本对应的加权系数矩阵。

进一步地，第一网络设备根据 L 个空域向量、 B 个模拟域向量和加权系数矩阵生成第一信息。

方式 4:

第一网络设备将 SRS 波束赋形矩阵投影到模拟域码本集合、空域码本集合和频域码本集合，得到使信道容量最大和/或信道吞吐量最大的空域码本、频域码本、加权系数矩阵和模拟域码本。

下面详细说明第一网络设备确定模拟域码本包括的 B 个模拟域向量、空域码本包括的 L 个空域向量、频域码本包括的 M 个频域向量和加权系数矩阵的过程。

如前文所述，空域码本集合所构建的矩阵 $\mathbf{V}_S$ 的维度为 $N_{\text{trx}} \times N_{\text{trx}}$ ，频域码本集合所构建的矩阵 $\mathbf{V}_F$ 的维度为 $N_f \times N_f$ ，模拟域码本集合所构建的矩阵 $\mathbf{V}_M$ 的维度为 $N_{\text{ant}} \times N_{\text{ant}}$ 。第一网络设备可以通过 $\mathbf{V}_M^H \mathbf{W}_{\text{SRS}} = \mathbf{W}'$ 来确定矩阵 $\mathbf{W}'$ 。第一网络设备可以对该矩阵 $\mathbf{W}'$ 中的 N_{ant} 行分别取模，根据各行的模长大小，确定模较大的 B 行。该 B 个行在矩阵 $\mathbf{W}'$ 中的行序号可以为相关性最大的 B 个模拟域向量在模拟域码本集合中的列序号。进而第一网络设备可以确定将 SRS 波束赋形矩阵投影到模拟域码本集合时相关性最大的前 B 个模拟域向量，该 B 个模拟域向量组成第一信息指示的至少一个码本包括的模拟域码本。

$N_{\text{tx}} \times N_{\text{f}}$ 。其中， $\mathbf{W}$ 中的 N_{tx} 行可以与空域码本集合包括的 N_{tx} 个空域向量对应， $\mathbf{W}$ 中的 N_{f} 行可以与频域码本集合包括的 N_{f} 个频域向量对应。第一网络设备可以对该矩阵 $\mathbf{W}$ 中的 N_{tx} 行分别取模，根据各行的模长大小，确定模较大的 L 行。该 L 个行在矩阵 $\mathbf{W}$ 中的行序号可以为相关性最大的 L 个空域向量在空域码本集合中的列序号。第一网络设备还可以对该矩阵 $\mathbf{W}$ 中的 N_{f} 列分别取模，根据各列的模长大小，确定模较大的 M 列。该 M 个列在矩阵 $\mathbf{W}$ 中的列序号可以为相关性最大的 M 个频域向量在空域码本集合中的列序号。进而第一网络设备可以确定将 SRS 波束赋形矩阵投影到空域码本集合时相关性最大的前 L 个空域向量，以及将 SRS 波束赋形矩阵投影到频域码本集合时相关性最大的前 M 个频域向量。该 L 个空域向量组成第一信息指示的至少一个码本包括的空域码本，以及该 M 个频域向量组成第一信息指示的至少一个码本包括的频域码本。此外，矩阵 $\mathbf{W}$ 中模较大的 L 行和模较大的 M 列中重合的元素可以构建得到维度为 $L \times M$ 的矩阵 $\mathbf{W}_c$ ，该矩阵 $\mathbf{W}_c$ 可以称为加权系数矩阵。

进一步地，第一网络设备根据 L 个空域向量、 M 个频域向量、加权系数矩阵和 B 个模拟域向量生成第一信息。

可以理解，第一网络设备根据 PMI 波束赋形矩阵、DMRS 波束赋形矩阵或静态波束赋形矩阵确定第一信息的方式，与第一网络设备根据 SRS 波束赋形矩阵确定第一信息的方式相同或类似，为了简洁，本申请实施例不再详述。

另一种可能的实现方式中，第一网络设备根据第一信道矩阵生成第一信息，第一信道矩阵可以是以下信道矩阵中的任意一种：根据 SRS 测量信道得到的信道矩阵、根据 CSI-RS 测量信道得到的信道矩阵、根据 DMRS 测量信道得到的信道矩阵。或者，第一信道矩阵是根据以下信道矩阵中的多个信道矩阵确定的：根据 SRS 测量信道得到的信道矩阵、根据 CSI-RS 测量信道得到的信道矩阵、根据 DMRS 测量信道得到的信道矩阵，例如第一信道矩阵可以是对上述多种矩阵求平均得到的，或者第一信道矩阵可以是对上述多种矩阵求和得到的。

其中，信道矩阵是信道信息的一种形式，信道信息可以是指用于表征信道的信息。信道矩阵可以用于确定波束赋形矩阵，例如，可以对信道矩阵进行奇异值分解（singular value decomposition, SVD）得到波束赋形矩阵。

示例性地，第一网络设备将第一信道矩阵投影到至少一个码本集合，得到使信道容量最大和/或信道吞吐量最大的至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵。其中，至少一个码本集合可以包括以下至少一种：空域码本集合、频域码本集合和模拟域码本集合。

下面对第一网络设备生成第一信息的方式进行说明。

方式 1:

第一网络设备将第一信道矩阵投影到空域码本集合，得到使信道容量最大和/或信道吞吐量最大的空域码本和空域码本对应的加权系数矩阵。如前文所述，使得信道容量最大和/或信道吞吐量最大的空域码本是将第一信道矩阵投影到空域码本集合时相关性最大的前 L 个空域向量组成的。

下面详细说明第一网络设备确定空域码本包括的 L 个空域向量和加权系数矩阵的具体过程。

如前文所述，空域码本集合所构建的矩阵 $\mathbf{V}_s$ 的维度为 $N_{\text{tx}} \times N_{\text{tx}}$ 。第一网络设备可以通过 $\mathbf{V}_s^H \mathbf{H} = \mathbf{W}$ 来确定矩阵 $\mathbf{W}$ 。其中 $\mathbf{H}$ 表示第一信道矩阵，维度为 $N_{\text{tx}} \times N_{\text{f}}$ ，矩阵 $\mathbf{W}$ 的维度可以是 $N_{\text{tx}} \times N_{\text{f}}$ 。其中， $\mathbf{W}$ 中的 N_{tx} 行可以与空域码本集合包括的 N_{tx} 个空域向量对应。第一网络设备可以对该矩阵 $\mathbf{W}$ 中的 N_{tx} 行分别取模，根据各行的模长大小，确定模较大的 L 行。该 L 个行在矩阵 $\mathbf{W}$ 中的行序号可以为相关性最大的 L 个空域向量在空域码本集合中的列序号。进

量, 该 L 个空域向量组成第一信息指示的至少一个码本包括的空域码本。此外, 矩阵 $\mathbf{W}$ 中模较大的 L 行中的元素组成的维度为 $L \times N_f$ 的矩阵 $\mathbf{W}_c$ 是加权系数矩阵。

进一步地, 第一网络设备根据 L 个空域向量和加权系数矩阵生成第一信息。

方式 2:

第一网络设备将第一信道矩阵投影到空域码本集合和频域码本集合, 得到使信道容量最大和/或信道吞吐量最大的空域码本、频域码本以及与空域码本和频域码本对应的第一加权系数矩阵。如前文所述, 使得信道容量最大和/或信道吞吐量最大的空域码本是将第一信道矩阵投影到空域码本集合时相关性最大的前 L 个空域向量组成的, 以及使得信道容量最大和/或信道吞吐量最大的频域码本是将第一信道矩阵投影到频域码本集合时相关性最大的前 M 个频域向量组成的。

下面详细说明第一网络设备确定空域码本包括的 L 个空域向量、频域码本包括的 M 个频域向量和加权系数矩阵的具体过程。

如前文所述, 空域码本集合所构建的矩阵 $\mathbf{V}_s$ 的维度为 $N_{tx} \times N_{tx}$ 。频域码本集合所构建的矩阵 $\mathbf{V}_f$ 的维度为 $N_f \times N_f$ 。第一网络设备可以通过 $\mathbf{V}_s^H \mathbf{H} \mathbf{V}_f = \mathbf{W}$ 来确定矩阵 $\mathbf{W}$ 。其中, $\mathbf{W}$ 中的 N_{tx} 行可以与空域码本集合包括的 N_{tx} 个空域向量对应, $\mathbf{W}$ 中的 N_f 行可以与频域码本集合包括的 N_f 个频域向量对应。第一网络设备可以对该矩阵 $\mathbf{W}$ 中的 N_{tx} 行分别取模, 根据各行的模长大小, 确定模较大的 L 行。该 L 个行在矩阵 $\mathbf{W}$ 中的行序号可以为相关性最大的 L 个空域向量在空域码本集合中的列序号。第一网络设备还可以对该矩阵 $\mathbf{W}$ 中的 N_f 列分别取模, 根据各列的模长大小, 确定模较大的 M 列。该 M 个列在矩阵 $\mathbf{W}$ 中的列序号可以为相关性最大的 M 个频域向量在空域码本集合中的列序号。进而第一网络设备可以确定将第一信道矩阵投影到空域码本集合时相关性最大的前 L 个空域向量, 以及将第一信道矩阵投影到频域码本集合时相关性最大的前 M 个频域向量。该 L 个空域向量组成第一信息指示的至少一个码本包括的空域码本, 以及该 M 个频域向量组成第一信息指示的至少一个码本包括的频域码本。此外, 矩阵 $\mathbf{W}$ 中模较大的 L 行和模较大的 M 列中重合的元素可以构建得到维度为 $L \times M$ 的矩阵 $\mathbf{W}_c$, 该矩阵 $\mathbf{W}_c$ 可以称为加权系数矩阵。

进一步地, 第一网络设备根据 L 个空域向量、 M 个频域向量和加权系数矩阵生成第一信息。

方式 3:

第一网络设备将第一信道矩阵投影到模拟域码本集合和空域码本集合, 得到使信道容量最大和/或信道吞吐量最大的空域码本、加权系数矩阵和模拟域码本。其中, 模拟域码本的维度可以是预定义的, 或者说, 模拟域码本包括的模拟域向量的个数 B 是预定义的。示例性地, 可以认为使得信道容量最大和/或信道吞吐量最大的模拟域码本是将第一信道矩阵投影到模拟域码本集合时相关性最大的前 B 个模拟域向量组成的。

下面详细说明第一网络设备确定模拟域码本包括的 B 个模拟域向量、空域码本包括的 L 个空域向量和加权系数矩阵的过程。

如前文所述, 空域码本集合所构建的矩阵 $\mathbf{V}_s$ 的维度为 $N_{tx} \times N_{tx}$ 。模拟域码本集合所构建的矩阵 $\mathbf{V}_m$ 的维度为 $N_{ant} \times N_{ant}$ 。第一网络设备可以通过 $\mathbf{V}_m^H \mathbf{H} = \mathbf{W}'$ 来确定矩阵 $\mathbf{W}'$ 。其中, 在射频通道数小于天线阵子数的情况下, $\mathbf{H}$ 的维度可以为 $N_{ant} \times N_f$, 矩阵 $\mathbf{W}'$ 的维度可以是 $N_{ant} \times N_f$ 。其中, $\mathbf{W}'$ 中的 N_{ant} 行可以与模拟域码本集合包括的 N_{ant} 个模拟域向量对应。第一网络设备可

在矩阵 $\mathbf{W}$ 中的行序号可以为相关性最大的 B 个模拟域向量在模拟域码本集合中的列序号。进而第一网络设备可以确定将第一信道矩阵投影到模拟域码本集合时相关性最大的前 B 个模拟域向量, 该 B 个模拟域向量组成第一信息指示的至少一个码本包括的模拟域码本。

进一步地, 第一网络设备可以通过 $\mathbf{V}_s^H \mathbf{W}'' = \mathbf{W}$ 来确定矩阵 $\mathbf{W}$ 。 $\mathbf{W}''$ 是矩阵 $\mathbf{W}'$ 中模较大的 B 行中的元素组成的维度为 $B \times N_f$ 的矩阵。 $\mathbf{V}_s^H$ 表示 $\mathbf{V}_s$ 的共轭转置, $\mathbf{V}_s$ 的维度是 $B \times N_{tx}$, $\mathbf{V}_s$ 的每个列向量是 $\mathbf{V}_s$ 的每个列向量的截断, 且截断的维度是 $B \times 1$ 。也就是说, $\mathbf{V}_s$ 的每个列向量包括的元素是 $\mathbf{V}_s$ 的每个列向量中的前 B 个元素。矩阵 $\mathbf{W}$ 的维度可以是 $N_{tx} \times N_f$ 。其中, $\mathbf{W}$ 中的 N_{tx} 行可以与空域码本集合包括的 N_{tx} 个空域向量对应。第一网络设备可以对该矩阵 $\mathbf{W}$ 中的 N_{tx} 行分别取模, 根据各行的模长大小, 确定模较大的 L 行。该 L 个行在矩阵 $\mathbf{W}$ 中的行序号可以为相关性最大的 L 个空域向量在空域码本集合中的列序号。进而第一网络设备可以确定将第一信道矩阵投影到空域码本集合时相关性最大的前 L 个空域向量, 该 L 个空域向量组成第一信息指示的至少一个码本包括的空域码本。此外, 矩阵 $\mathbf{W}$ 中模较大的 L 行中的元素组成的维度为 $L \times N_f$ 的矩阵 $\mathbf{W}_{cl}$ 是空域码本对应的加权系数矩阵。

进一步地, 第一网络设备根据 L 个空域向量、 B 个模拟域向量和加权系数矩阵生成第一信息。

方式 4:

第一网络设备将第一信道矩阵投影到模拟域码本集合、空域码本集合和频域码本集合, 得到使信道容量最大和/或信道吞吐量最大的空域码本、频域码本、加权系数矩阵和模拟域码本。

下面详细说明第一网络设备确定模拟域码本包括的 B 个模拟域向量、空域码本包括的 L 个空域向量、频域码本包括的 M 个频域向量和加权系数矩阵的过程。

如前文所述, 空域码本集合所构建的矩阵 $\mathbf{V}_s$ 的维度为 $N_{tx} \times N_{tx}$ 、频域码本集合所构建的矩阵 $\mathbf{V}_f$ 的维度为 $N_f \times N_f$ 、模拟域码本集合所构建的矩阵 $\mathbf{V}_M$ 的维度为 $N_{ant} \times N_{ant}$ 。第一网络设备可以通过 $\mathbf{V}_M^H \mathbf{H} = \mathbf{W}'$ 来确定矩阵 $\mathbf{W}'$ 。第一网络设备可以对该矩阵 $\mathbf{W}'$ 中的 N_{ant} 行分别取模, 根据各行的模长大小, 确定模较大的 B 行。该 B 个行在矩阵 $\mathbf{W}'$ 中的行序号可以为相关性最大的 B 个模拟域向量在模拟域码本集合中的列序号。进而第一网络设备可以确定将 SRS 波束赋形矩阵投影到模拟域码本集合时相关性最大的前 B 个模拟域向量, 该 B 个模拟域向量组成第一信息指示的至少一个码本包括的模拟域码本。

进一步地, 第一网络设备可以通过 $\mathbf{V}_s^H \mathbf{W}'' \mathbf{V}_f = \mathbf{W}$ 来确定矩阵 $\mathbf{W}$ 。矩阵 $\mathbf{W}$ 的维度可以是 $N_{tx} \times N_f$ 。其中, $\mathbf{W}$ 中的 N_{tx} 行可以与空域码本集合包括的 N_{tx} 个空域向量对应, $\mathbf{W}$ 中的 N_f 行可以与频域码本集合包括的 N_f 个频域向量对应。第一网络设备可以对该矩阵 $\mathbf{W}$ 中的 N_{tx} 行分别取模, 根据各行的模长大小, 确定模较大的 L 行。该 L 个行在矩阵 $\mathbf{W}$ 中的行序号可以为相关性最大的 L 个空域向量在空域码本集合中的列序号。第一网络设备还可以对该矩阵 $\mathbf{W}$ 中的 N_f 列分别取模, 根据各列的模长大小, 确定模较大的 M 列。该 M 个列在矩阵 $\mathbf{W}$ 中的列序号可以为相关性最大的 M 个频域向量在空域码本集合中的列序号。进而第一网络设备可以确定将 SRS 波束赋形矩阵投影到空域码本集合时相关性最大的前 L 个空域向量, 以及将 SRS 波束赋形矩阵投影到频域码本集合时相关性最大的前 M 个频域向量, 该 L 个空域向量组成第一信息指示的至少一个码本包括的空域码本, 以及该 M 个频域向量组成第一信息指示的至少一个码本包括的频域码本。此外, 矩阵 $\mathbf{W}$ 中模较大的 L 行和模较大的 M 列中重合的元素可以构建得到维度为 $L \times M$ 的矩阵 $\mathbf{W}_c$, 该矩阵 $\mathbf{W}_c$ 可以称为加权系数矩阵。

进一步地, 第一网络设备根据 L 个空域向量、 M 个频域向量、加权系数矩阵和 B 个模拟域向量生成第一信息。

接收来自第一网络设备的第一信息。

参见上文对图 2 的描述，若第一网络设备是控制设备，第二网络设备是射频设备，则第二网络设备接收到第一信息之后，第二网络设备通过重构模块确定第一波束赋形矩阵，也就是说方法 300 还可以包括 S330。

S330，第二网络设备根据第一信息确定至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵。

第二网络设备从第一网络设备接收到第一信息之后，则可以根据第一信息确定至少一个码本和至少一个码本的加权系数矩阵。具体地，第二网络设备根据至少一个码本集合和第一信息确定至少一个码本。例如，第一信息包括空域码本的索引，则第二网络设备根据空域码本的索引从空域码本集合中确定空域码本。又例如，第一信息包括 L 个空域向量的索引，则第二网络设备根据 L 个空域向量的索引从空域码本集合中确定 L 个空域向量，再根据 L 个空域向量确定空域码本。例如，第二网络设备将 L 个空域向量从左向右排列构建出空域码本。又例如，第一信息还包括频域码本的索引，则第二网络设备根据频域码本的索引从频域码本集合中确定频域码本。又例如，第一信息还包括模拟域码本的索引，则第二网络设备根据模拟域码本的索引从模拟域码本集合中确定模拟域码本。

可选地，若第一网络设备是控制设备，第二网络设备是射频设备，则第二网络设备确定至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数之后，可以根据至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵确定第一波束赋形矩阵。进一步地，第二网络设备还可以根据第一波束赋形矩阵对信号进行波束赋形。

示例性地，若至少一个码本包括空域码本和空域码本对应的加权系数矩阵，且第一信息是根据第二波束赋形矩阵确定的，则第二网络设备可以直接根据空域码本和空域码本对应的加权系数矩阵确定第一波束赋形矩阵。例如，第二网络设备可以通过 $\mathbf{W}_S \mathbf{W}_c = \mathbf{W}_{SRS}'$ 来确定 $\mathbf{W}_{SRS}'$ 。其中， $\mathbf{W}_S$ 表示空域码本，维度为 $N_{tx} \times L$ ， $\mathbf{W}_c$ 是维度为 $L \times N_f$ 的加权系数矩阵， $\mathbf{W}_{SRS}'$ 是第一波束赋形矩阵。

若第一信息是根据第一信道矩阵确定的，则第二网络设备可以根据空域码本和空域码本对应的加权系数矩阵确定第二信道矩阵。例如，第二网络设备可以通过 $\mathbf{W}_S \mathbf{W}_c = \mathbf{H}'$ 来确定 $\mathbf{H}'$ 。 $\mathbf{H}'$ 表示第二信道矩阵。第二网络设备再根据第二信道矩阵确定第一波束赋形矩阵。例如，第二网络设备通过对第二信道矩阵进行奇异值分解（singular value decomposition, SVD）得到第一波束赋形矩阵。

示例性地，若至少一个码本包括空域码本、频域码本和加权系数矩阵，且第一信息是根据第二波束赋形矩阵确定的，则第二网络设备可以直接根据空域码本、频域码本和加权系数矩阵确定第一波束赋形矩阵。例如，第二网络设备可以通过 $\mathbf{W}_S \mathbf{W}_c \mathbf{W}_F^H = \mathbf{W}_{SRS}'$ 来确定 $\mathbf{W}_{SRS}'$ 。其中， $\mathbf{W}_S$ 表示空域码本，维度为 $N_{tx} \times L$ ， $\mathbf{W}_c$ 是维度为 $L \times M$ 的加权系数矩阵， $\mathbf{W}_F^H$ 表示 $\mathbf{W}_F$ 的共轭转置， $\mathbf{W}_F$ 表示频域码本，维度为 $N_f \times M$ ， $\mathbf{W}_{SRS}'$ 是第一波束赋形矩阵。

若第一信息是根据第一信道矩阵确定的，则第二网络设备可以根据空域码本、频域码本和加权系数矩阵确定第二信道矩阵。例如，第二网络设备可以通过 $\mathbf{W}_S \mathbf{W}_c \mathbf{W}_F^H = \mathbf{H}'$ 来确定 $\mathbf{H}'$ 。第二网络设备再根据第二信道矩阵确定第一波束赋形矩阵。例如，第二网络设备通过对第二信道矩阵进行 SVD 得到第一波束赋形矩阵。

示例性地，若至少一个码本包括空域码本、空域码本对应的加权系数矩阵和模拟域码本，且第一信息是根据第二波束赋形矩阵确定的，则第二网络设备可以直接根据空域码本和空域

若第一信息是根据第一信道矩阵确定的,则第二网络设备可以直接将模拟域码本作为第二级矩阵,并可以根据空域码本和加权系数矩阵确定第二信道矩阵。例如,第二网络设备可以通过 $\mathbf{W}_s \mathbf{W}_c = \mathbf{H}'$ 来确定 $\mathbf{H}'$ 。第二网络设备再根据第二信道矩阵确定第一级矩阵。例如,第二网络设备通过对第二信道矩阵进行 SVD 得到第一级矩阵。

示例性地,若至少一个码本包括空域码本、频域码本、空域码本和频域码本对应的加权系数矩阵和模拟域码本,且第一信息是根据第二波束赋形矩阵确定的,则第二网络设备可以直接根据空域码本、频域码本以及空域码本和频域码本对应的加权系数矩阵确定第一级矩阵,以及直接将模拟域码本作为第二级矩阵。

若第一信息是根据第一信道矩阵确定的,则第二网络设备可以直接将模拟域码本作为第二级矩阵,并可以根据空域码本、频域码本和加权系数矩阵确定第二信道矩阵。例如,第二网络设备可以通过 $\mathbf{W}_s \mathbf{W}_c \mathbf{W}_F^H = \mathbf{H}'$ 来确定 $\mathbf{H}'$ 。第二网络设备再根据第二信道矩阵确定第一级矩阵。例如,第二网络设备通过对第二信道矩阵进行 SVD 得到第一级矩阵。

在本申请实施例中,第一网络设备向第二网络设备发送用于指示至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵的第一信息,而不是发送波束赋形矩阵,从而可以减少第一网络设备向第二网络设备发送的数据量。例如,第一信息可以通过码本的索引指示至少一个码本,也就是说第一信息可以包括至少一个码本的索引,而至少一个码本的索引的数据量远远小于整个波束赋形矩阵的数据量。

此外,在射频通道数小于天线阵子数的情况下,第一网络设备可以通过将第二波束赋形矩阵或第一信道矩阵投影到模拟域码本集合的方式,获得模拟域码本,并向第二网络设备指示模拟域码本,使得第二网络设备可以将模拟域码本作为第二级矩阵,并根据第二级矩阵对下行传输进行二次波束赋形,从而实现更精确的波束指向。

此外,第一网络设备可以根据 SRS 波束赋形矩阵、PMI 波束赋形矩阵、DMRS 波束赋形矩阵和静态波束赋形矩阵中的多种确定第二波束赋形矩阵,并根据该第二波束赋形矩阵生成第一信息,或者,第一网络设备根据以下信道矩阵中的多种确定第一信道矩阵:根据 SRS 测量信道得到的信道矩阵、根据 CSI-RS 测量信道得到的信道矩阵、根据 DMRS 测量信道得到的信道矩阵,并根据该第一信道矩阵生成第一信息。相应地,第二网络设备根据该第一信息确定的第一波束赋形矩阵的性能更好,从而可以提高下行传输的性能。

参见上文对图 2 的描述,若第一网络设备是控制设备,则第一网络设备生成第一信息之后,还可以将指示至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵的信息或第一信息发送给第三网络设备。第三网络设备是射频设备或控制设备,第三网络设备与第二网络设备属于不同的小区。若第三网络设备是控制设备,则第三网络设备还可以将第一信息或指示至少一个码本和其对应的加权系数矩阵的信息发送给第三网络设备连接的射频设备。进而,第三网络设备或第三网络设备连接的射频设备可以根据至少一个码本和其对应的加权系数矩阵或者第一波束赋形矩阵确定第三波束赋形矩阵,以使得当第三网络设备或第三网络设备连接的射频设备通过第三波束赋形矩阵对下行传输信号进行波束赋形时,能尽量避免对第二网络设备服务的用户造成的干扰,或者说尽量避免第二网络设备服务的用户对第三网络设备或第三网络设备连接的射频设备服务的用户造成的干扰。

若第一网络设备是射频设备,第二网络设备是控制设备,则第二网络设备从第一网络设备接收到第一信息之后,可以将指示至少一个码本和至少一个码本对应的加权系数矩阵的信息或第一信息发送给第四网络设备。第四网络设备是射频设备或控制设备。若第四网络设备

阵的信息发送给第四网络设备连接的射频设备。进而，第四网络设备或第四网络设备连接的射频设备可以根据至少一个码本和其对应的加权系数矩阵的信息或者第一波束赋形矩阵确定第四波束赋形矩阵，以使得当第四网络设备或第四网络设备连接的射频设备通过第四波束赋形矩阵对下行传输信号进行波束赋形时，能尽量避免对第一网络设备服务的用户造成的干扰，或者说尽量避免第一网络设备服务的用户对第四网络设备或第四网络设备连接的射频设备服务的用户造成的干扰。

如图4中的(a)所示，BBL1(第一网络设备包括的功能模块)将第一信息发送给BBH1(第二网络设备包括的功能模块)之后，BBH1可以将第一信息再发送给BBL2(第四网络设备包括的功能模块)，BBL2接收到第一信息，可以根据第一信息确定第一波束赋形矩阵。

如图4中的(b)所示，BBL1(第一网络设备包括的功能模块)将第一信息发送给BBH1(第二网络设备包括的功能模块)之后，BBH1可以将第一信息再发送给BBH2(第四网络设备包括的功能模块)，BBH2接收到第一信息，再将第一信息发送给BBL2，BBL2接收到第一信息之后，可以根据第一信息确定第一波束赋形矩阵。可选地，在BBH1向BBH2发送第一信息的过程中，具体可以是BBH1通过包括BBH1的DU1向BBH2发送第一信息。例如，DU1可以直接将第一信息发送给BBH2，或者，DU1将第一信息发送给与DU1连接的CU1，CU1再将第一信息发送给BBH2。可选地，在BBH1向BBH2发送第一信息的过程中，具体可以是BBH1将第一信息发送给CU1，CU1再将第一信息发送给BBH2。可选地，在BBH1/CU1/DU1向BBH2发送的第一信息的过程中，具体可以是BBH1/CU1/DU1直接将第一信息发送给BBH2；或者，可以是BBH1/CU1/DU1将第一信息发送给包括BBH2的DU2；或者，可以是BBH1/CU1/DU1将第一信息发送给CU2，CU2再将第一信息发送给DU2/BBH2。

如上文所述，在根据第一信息确定第一波束赋形矩阵时，具体根据至少一个码本集合和第一信息确定至少一个码本，再根据至少一个码本和至少一个码本的加权系数矩阵确定第一波束赋形矩阵。因此，在第三网络设备与第一网络设备归属于不同的运营商时，为了使得第三网络设备或第三网络设备连接的射频设备可以根据第一信息确定第一波束赋形矩阵，第三网络设备与第一网络设备归属的运营商可以预先约定至少一个码本集合。例如，第三网络设备与第一网络设备归属的运营商可以预先约定空域码本集合是DFT矩阵。又例如，第三网络设备与第一网络设备归属的运营商可以预先约定空域码本集合是过采样DFT矩阵。可以理解，在第三网络设备与第一网络设备归属的运营商预先约定至少一个码本集合的情况下，第一网络设备根据预先约定的至少一个码本集合确定第一信息，相应地，第三网络设备或第三网络设备连接的射频设备根据预先约定的至少一个码本集合确定第一波束赋形矩阵。

本申请实施例对不同运营商预先预定至少一个码本集合的方式不做限定。例如，若协议中定义了至少一个码本集合，则不同运营商可以通过预先约定使用的协议来约定至少一个码本集合。又例如，不同运营商可以通过签约的方式预先预定至少一个码本集合。

类似地，在第四网络设备与第一网络设备归属于不同的运营商时，第四网络设备与第一网络设备归属的运营商可以预先约定至少一个码本集合。

以上，结合图3详细说明了本申请实施例提供的方法。以下，结合图5至图7详细说明本申请实施例提供的装置。应理解，装置实施例的描述与方法实施例的描述相互对应，因此，未详细描述的内容可以参见上文方法实施例，为了简洁，这里不再赘述。

图5是本申请实施例提供的装置1000的示意性框图。如图所示，该装置1000可以包括：收发单元1010和处理单元1020。

用于实现上文方法实施例中第一网络设备的功能的芯片。

应理解，该装置 1000 可对应于根据本申请实施例的方法 300 中的第一网络设备，该装置 1000 可以包括用于执行图 2 中的方法 300 中的第一网络设备执行的方法单元。并且，该装置 1000 中的各单元和上述其他操作和/或功能分别为了实现图 3 中的方法 300 的相应流程。应理解，各单元执行上述相应步骤的具体过程在上述方法实施例中已经详细说明，为了简洁，在此不再赘述。

示例性地，装置 1000 包括的处理单元 1020 可以对应上文图 2 中的(a)所示的生成模块，可选地，处理单元 1020 还可以对应上文图 2 (a) 所示的计算模块和量化模块。或者，装置 1000 包括的处理单元 1020 可以对应上文图 2 中的 (b) 所示的生成模块，可选地，处理单元 1020 还可以对应上文图 2 (b) 所示的计算模块、量化模块、重构模块和波束赋形模块。

在另一种可能的设计中，该装置 1000 可以是上文方法实施例中的第二网络设备，也可以是用于实现上文方法实施例中第二网络设备的功能的芯片。

应理解，该装置 1000 可对应于根据本申请实施例的方法 300 中的第二网络设备，该装置 1000 可以包括用于执行图 3 中的方法 300 中的第二网络设备执行的方法的单元。并且，该装置 1000 中的各单元和上述其他操作和/或功能分别为了实现图 3 中的方法 300 的相应流程。应理解，各单元执行上述相应步骤的具体过程在上述方法实施例中已经详细说明，为了简洁，在此不再赘述。

示例性地，装置 1000 包括的处理单元 1020 可以对应上文图 2 中的 (a) 所示的重构模块和波束赋形模块。

还应理解，该装置 1000 中的收发单元 1010 可对应于图 6 中示出的装置 2000 中的收发器 2020，该装置 1000 中的处理单元 1020 可对应于图 6 中示出的装置 2000 中的处理器 2010。

还应理解，当该装置 1000 为芯片时，该芯片包括收发单元和处理单元。其中，收发单元可以是输入输出电路或通信接口；处理单元可以为该芯片上集成的处理器或者微处理器或者集成电路。

收发单元 1010 用于实现装置 1000 的信号的收发操作，处理单元 1020 用于实现装置 1000 的信号的处理操作。

可选地，该装置 1000 还包括存储单元 1030，该存储单元 1030 用于存储指令。

图 6 是本申请实施例提供的装置 2000 的示意性框图。如图 6 所示，该装置 2000 包括：至少一个处理器 2010。该处理器 2010 与存储器耦合，用于执行存储器中存储的指令，以执行图 3 所述的方法。可选地，该装置 2000 还包括收发器 2020，该处理器 2010 与存储器耦合，用于执行存储器中存储的指令，以控制收发器 2020 发送信号和/或接收信号，例如，处理器 2010 可以控制收发器 2020 发送第一信息和/或接收第一信息。可选地，该装置 2000 还包括存储器 2030，用于存储指令。

应理解，上述处理器 2010 和存储器 2030 可以合成一个处理装置，处理器 2010 用于执行存储器 2030 中存储的程序代码来实现上述功能。具体实现时，该存储器 2030 也可以集成在处理器 2010 中，或者独立于处理器 2010。

还应理解，收发器 2020 可以包括接收器(或者称，接收机)和发射器(或者称，发射机)。收发器 2020 还可以进一步包括天线，天线的数量可以为一个或多个。收发器 2020 又可以是通信接口或者接口电路。

当该装置 2000 为芯片时，该芯片包括收发单元和处理单元。其中，收发单元可以是输入

图 7 是本申请实施例的一种芯片系统的示意图。这里的芯片系统也可为电路组成的系统。图 7 所示的芯片系统 3000 包括：逻辑电路 3010 以及输入/输出接口（input/output interface）3020，所述逻辑电路用于与输入接口耦合，通过所述输入/输出接口传输数据（例如第一信息），以执行图 3 所述的方法。

本申请实施例还提供了一种处理装置，包括处理器和接口。所述处理器可用于执行上述方法实施例中的方法。

应理解，上述处理装置可以是一个芯片。例如，该处理装置可以是现场可编程门阵列（field programmable gate array, FPGA），可以是专用集成电路（application specific integrated circuit, ASIC），还可以是系统芯片（system on chip, SoC），还可以是中央处理器（central processor unit, CPU），还可以是网络处理器（network processor, NP），还可以是数字信号处理电路（digital signal processor, DSP），还可以是微控制器（micro controller unit, MCU），还可以是可编程控制器（programmable logic device, PLD）或其他集成芯片。

在实现过程中，上述方法的各步骤可以通过处理器中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。结合本申请实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件处理器执行完成，或者用处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器，闪存、只读存储器，可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器，处理器读取存储器中的信息，结合其硬件完成上述方法的步骤。为避免重复，这里不再详细描述。

应注意，本申请实施例中的处理器可以是一种集成电路芯片，具有信号的处理能力。在实现过程中，上述方法实施例的各步骤可以通过处理器中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器可以是通用处理器、数字信号处理器（DSP）、专用集成电路（ASIC）、现场可编程门阵列（FPGA）或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。可以实现或者执行本申请实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

可以理解，本申请实施例中的存储器可以是易失性存储器或非易失性存储器，或可包括易失性和非易失性存储器两者。其中，非易失性存储器可以是只读存储器（read-only memory, ROM）、可编程只读存储器（programmable ROM, PROM）、可擦除可编程只读存储器（erasable PROM, EPROM）、电可擦除可编程只读存储器（electrically EPROM, EEPROM）或闪存。易失性存储器可以是随机存取存储器（random access memory, RAM），其用作外部高速缓存。

根据本申请实施例提供的方法，本申请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在计算机上运行时，使得该计算机执行图 3 所示实施例的方法。

根据本申请实施例提供的方法，本申请还提供一种计算机可读介质，该计算机可读介质存储有程序代码，当该程序代码在计算机上运行时，使得该计算机执行图 3 所示实施例的方法。

根据本申请实施例提供的方法，本申请还提供一种系统，其包括前述的第一网络设备和第二网络设备。

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

照本申请实施例所述的流程或功能。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。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，高密度数字视频光盘（digital video disc, DVD））、或者半导体介质（例如，固态硬盘（solid state disc, SSD））等。

在本申请所提供的几个实施例中，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。

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. 一种传输方法，其特征在于，包括：

第一网络设备生成第一信息，所述第一信息用于指示至少一个码本和所述至少一个码本对应的加权系数矩阵，所述至少一个码本和所述至少一个码本对应的加权系数用于确定第一波束赋形矩阵；

所述第一网络设备向第二网络设备发送所述第一信息。

2. 根据权利要求1所述的方法，所述第一信息用于指示所述至少一个码本中包括的列向量或行向量。

3. 根据权利要求1或2所述的方法，所述至少一个码本包括第一码本。

4. 根据权利要求1或2所述的方法，所述至少一个码本包括第一码本和第二码本。

5. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法，所述第一波束赋形矩阵包括第一级矩阵和第二级矩阵，所述至少一个码本包括第一码本和第三码本，所述至少一个码本对应的加权系数矩阵与所述第一码本对应，所述第一码本和所述加权系数矩阵用于确定所述第一级矩阵，所述第三码本用于确定所述第二级矩阵。

6. 根据权利要求1或2所述的方法，所述第一波束赋形矩阵包括第一级矩阵和第二级矩阵，所述至少一个码本包括第一码本、第二码本和第三码本，所述至少一个码本对应的加权系数矩阵与所述第一码本和所述第二码本对应，所述第一码本、所述第二码本和所述加权系数矩阵用于确定所述第一级矩阵，所述第三码本用于确定所述第二级矩阵。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的方法，其中，所述方法还包括：

所述第一网络设备根据第二波束赋形矩阵和至少一个码本集合，确定所述至少一个码本和所述至少一个码本对应的加权系数矩阵，其中，所述第二波束赋形矩阵根据以下一种或多种确定：根据探测参考信号 SRS 测量信道确定的波束赋形矩阵、根据信道状态信息参考信号 CSI-RS 测量信道确定的波束赋形矩阵、根据解调参考信号 DMRS 测量信道确定的波束赋形矩阵、静态波束赋形矩阵。

8. 根据权利要求7所述的方法，其中，所述第一网络设备根据第二波束赋形矩阵和至少一个码本集合，确定所述至少一个码本和所述至少一个码本对应的加权系数矩阵包括：

所述第一网络设备将所述第二波束赋形矩阵投影到所述至少一个码本集合，得到使信道容量最大和/或信道吞吐量最大的所述至少一个码本和所述至少一个码本对应的加权系数矩阵。

9. 根据权利要求1至6中任一项所述的方法，其中，所述方法还包括：

所述第一网络设备根据第一信道矩阵和至少一个码本集合，确定所述至少一个码本和所述至少一个码本对应的加权系数矩阵，其中，所述第一信道矩阵根据以下一种或多种确定：根据 SRS 测量信道确定的信道矩阵、根据 CSI-RS 测量信道确定的信道矩阵、根据 DMRS 测量信道确定的信道矩阵。

10. 根据权利要求9所述的方法，其中，所述第一网络设备根据第一信道矩阵和至少一个码本集合，确定所述至少一个码本和所述至少一个码本对应的加权系数矩阵包括：

所述第一网络设备将所述第一信道矩阵投影到所述至少一个码本集合，得到使信道容量最大和/或信道吞吐量最大的所述至少一个码本和所述至少一个码本对应的加权系数矩阵。

11. 根据权利要求7至10中任一项所述的方法，所述至少一个码本集合包括以下至少一种：第一码本集合、第二码本集合、第三码本集合。

12. 根据权利要求3至11中任一项所述的方法，所述第一码本、第二码本或者第三码本

13. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的方法, 所述第一网络设备是控制设备, 所述第二网络设备是射频设备; 或者, 所述第一网络设备是射频设备, 所述第二网络设备是控制设备。

14. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的方法, 其中, 所述第一网络设备是控制设备, 所述第二网络设备是射频设备, 所述方法还包括:

所述第一网络设备向第三网络设备发送指示所述至少一个码本和所述至少一个码本对应的加权系数矩阵的信息, 所述第三网络设备与所述第二网络设备属于不同的小区。

15. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的方法, 其中, 所述第一网络设备是射频设备, 所述第二网络设备是控制设备, 所述方法还包括:

所述第一网络设备使用所述第一波束赋形矩阵对信号进行波束赋形。

16. 一种传输方法, 其特征在于, 包括:

第二网络设备接收来自第一网络设备的第一信息, 所述第一信息用于指示至少一个码本和所述至少一个码本对应的加权系数矩阵, 所述至少一个码本和所述至少一个码本对应的加权系数矩阵用于确定第一波束赋形矩阵;

所述第二网络设备根据所述第一信息确定所述至少一个码本和所述至少一个码本对应的加权系数矩阵。

17. 根据权利要求 16 所述的方法, 所述第一信息用于指示所述至少一个码本中包括的列向量或行向量。

18. 根据权利要求 16 或 17 所述的方法, 所述至少一个码本包括第一码本。

19. 根据权利要求 16 或 17 所述的方法, 所述至少一个码本包括第一码本和第二码本。

20. 根据权利要求 16 至 18 中任一项所述的方法, 所述第一波束赋形矩阵包括第一级矩阵和第二级矩阵, 所述至少一个码本包括第一码本和第三码本, 所述至少一个码本对应的加权系数矩阵与所述第一码本对应, 所述第一码本和所述加权系数矩阵用于确定所述第一级矩阵, 所述第三码本用于确定所述第二级矩阵。

21. 根据权利要求 16 至 18 中任一项所述的方法, 所述第一波束赋形矩阵包括第一级矩阵和第二级矩阵, 所述至少一个码本包括第一码本、第二码本和第三码本, 所述至少一个码本对应的加权系数矩阵与所述第一码本和所述第二码本对应, 所述第一码本、所述第二码本和所述加权系数矩阵用于确定所述第一级矩阵, 所述第三码本用于确定所述第二级矩阵。

22. 根据权利要求 18 至 21 中任一项所述的方法, 所述第一码本、第二码本或者第三码本为如下码本中的一种: 空域码本、频域码本、或模拟域码本。

23. 根据权利要求 16 至 22 中任一项所述的方法, 所述第一网络设备是控制设备, 所述第二网络设备是射频设备; 或者, 所述第一网络设备是射频设备, 所述第二网络设备是控制设备。

24. 根据权利要求 16 至 23 中任一项所述的方法, 其中, 所述第一网络设备是射频设备, 所述第二网络设备是控制设备, 所述方法还包括:

所述第二网络设备向第四网络设备发送指示所述至少一个码本和所述至少一个码本对应的加权系数矩阵的信息, 所述第四网络设备与所述第一网络设备属于不同的小区。

25. 根据权利要求 16 至 23 中任一项所述的方法, 其中, 所述第一网络设备是控制设备, 所述第二网络设备是射频设备, 所述方法还包括:

所述第二网络设备根据所述第一信息确定所述第一波束赋形矩阵;

26. 一种通信装置，其特征在于，包括至少一个处理器，所述至少一个处理器用于与存储器耦合，读取并执行所述存储器中的指令，以实现如权利要求 1 至 25 中任一项所述的方法。

27. 根据权利要求 26 所述的通信装置，其特征在于，还包括所述存储器。

28. 一种通信装置，其特征在于，包括用于实现如权利要求 1 至 25 中任一项所述方法的单元。

29. 一种包含指令的计算机程序产品，其特征在于，当其在计算机上运行时，使得计算机执行如权利要求 1 至 25 中任一项所述的方法。

30. 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上存储有计算机程序，所述计算机程序被执行时，以使得如权利要求 1 至 25 中任一项所述的方法被执行。

31. 一种系统，其特征在于，包括第一网络设备和第二网络设备，所述第一网络设备用于执行如权利要求 1 至 15 中任一项所述的方法，所述第二网络设备用于执行如权利要求 16 至 25 中任一项所述的方法。