

通信方法、系统以及相关装置

本申请要求于 2023 年 11 月 29 日提交中国专利局、申请号为 202311627134.1、申请名称为“通信方法、系统以及相关装置”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技术领域，尤其涉及一种通信方法、系统以及相关装置。

背景技术

网络的传输质量与信道质量息息相关，在信道上传输信息之前可以进行信道测量，以确定信道质量。对于网络设备和终端之间的信道来说，网络设备可以通过该信道向终端发送下行信息，终端可以通过该信道向网络设备发送上行信息，用于承载下行信息的该信道可以作为下行信道，用于承载上行信息的该信道可以作为上行信道。

目前，网络设备可以向终端发送参考信号，终端根据参考信号对下行信道进行测量，得到下行信道的信道状态信息（channel state information, CSI），并反馈给网络设备。同理的，终端可以向网络设备发送参考信号，网络设备根据该参考信号对上行信道进行测量，得到上行CSI。目前网络设备确定下行CSI和上行CSI的信令开销大。

发明内容

本申请实施例提供一种通信方法、系统以及相关装置，终端对下行信道测量得到下行CSI，可以通过对下行CSI进行射频通道的互易性补偿，得到上行CSI，终端可以向网络设备上报下行CSI和上行CSI，达到节省信令开销的目的。

第一方面，提供一种通信方法，该方法可以由通信装置来执行，该通信装置可以是终端，或者也可以由配置在终端中的组件（如芯片、芯片系统、处理器等），或者，还可以是能够实现该通信装置的全部或部分功能的逻辑模块或软件。下文中为方便理解和说明，以终端为例来描述该方法。

示例性地，该方法包括：终端接收第一参考信号，且发送第一上行信道状态信息，其中，所述第一上行信道状态信息是对第一下行信道状态信息进行射频通道互易性补偿得到的，所述第一下行信道状态信息是基于所述第一参考信号得到的。

其中，第一参考信号为下行参考信号，下行参考信号来自网络设备。示例性的，第一参考信号可以是网络设备向终端发送的，或者第一参考信号是网络设备广播的。第一下行参考信号用于网络设备和终端之间的下行信道的测量。本申请中，终端接收到第一参考信号，可以对下行信道进行测量，得到下行信道状态信息（channel state information, CSI）。本申请中为了便于区分和说明，可以将终端基于第一参考信号得到的下行CSI作为第一下行CSI。换句话说，第一下行CSI是基于所述第一参考信号得到的。

终端获取第一下行CSI后，可以对第一下行CSI进行射频通道互易性补偿，得到第一上行CSI。其中，射频通道为终端的射频通道，终端可以包括至少两个天线，每个天线可以对应一个射频通道。每个天线对应的射频通道可以理解为与天线连接的射频通道，例如，天线接收到第一参考信号，可以传输至该射频通道进行处理，该射频通道可以通过该天线发送信号，可以说天线对应该射频通道。

本申请中，终端对第一下行CSI进行射频通道互易性补偿，可以理解为：终端根据终端的射频通道的互易性校准结果，对第一下行CSI进行补偿处理，或者说，终端根据该射频通道的互易性校准结果，对第一下行CSI进行反向计算（或互易性补偿，或反向补偿）。在一种可能的场景中，第一下行CSI可以表现为矩阵形式，射频通道的互易性校准结果也可以表现为矩阵形式，终端对第一下行CSI进行射频通道互易性补偿，可以理解为：终端对第一下行CSI和射频通道的互易性校准结果进行计算，或者说，终端对两个矩阵进行计算。

射频通道的互易性校准结果可以包括：第一参考信号对应的射频通道之间的差异信息。其中，第一参考信号对应的射频通道可以理解为：终端中接收到第一参考信号的射频通道。示例性的，例如，终端包括天线1和天线2，天线1和天线2都接收到第一参考信号，第一参考信号对应的射频通道可以包括：天线1对应的射频通道和天线2对应的射频通道。

在一些实施例中，射频通道之间的差异信息可以包括：射频通道之间的时延差和/或相位差。应理解，

射频通道可以包括发送通道和接收通道，在一种可能的场景中，射频通道之间的时延差和/或相位差可以包括：各天线对应的发送通道之间的时延差和/或相位差，以及终端的各天线对应的接收通道之间的时延差和/或相位差。应理解，各天线对应的发送通道可以理解为：各天线对应的射频通道中的发送通道。各天线对应的接收通道可以理解为：各天线对应的射频通道中的接收通道。

其中，射频通道之间的时延差和/或相位差可以理解为：其他天线的射频通道与参考天线的射频通道之间的时延差和/或相位差。

示例性的，以终端包括天线1和天线2为例，以天线1为参考信号为例，射频通道之间的时延差和/或相位差可以理解为：天线2对应的射频通道与天线1对应的射频通道之间的时延差和/或相位差。各天线对应的发送通道之间的时延差和/或相位差可以包括：天线1对应的发送通道与天线2对应的发送通道之间的时延差和/或相位差。各天线对应的接收通道之间的时延差和/或相位差可以包括：天线1对应的接收通道与天线2对应的接收通道之间的时延差和/或相位差。

示例性的，以终端包括天线1、天线2，以及天线3为例，参考天线可以为天线1或天线2或天线3，以参考天线为天线1为例，射频通道的互易性校准结果可以包括：天线2对应的射频通道与天线1对应的射频通道之间的时延差和/或相位差，以及天线3对应的射频通道与天线1对应的射频通道之间的时延差和/或相位差。具体的，射频通道的互易性校准结果可以包括：天线2对应的接收通道与天线1对应的接收通道之间的时延差和/或相位差，以及天线3对应的接收通道与天线1对应的接收通道之间的时延差和/或相位差，以及天线2对应的发送通道与天线1对应的发送通道之间的时延差和/或相位差，以及天线3对应的发送通道与天线1对应的发送通道之间的时延差和/或相位差。

在一些实施例中，因为第一上行CSI是由第一下行CSI，以及射频通道之间的差异信息计算得到的，射频通道之间的差异信息可以包括：射频通道之间的时延差和/或相位差。因此可以说，所述第一上行信道状态信息与所述第一参考信号对应的射频通道之间的差异信息具有关联关系，所述差异信息包括时延差和/或相位差。

本申请实施例中，终端对射频通道进行互易性校准，可以使能网络设备和终端之间的上下行信道具有互易性，这样终端基于第一下行CSI，能够进行上行信道的反向计算，得到上行信道的信道状态信息，即第一上行CSI。本申请中，无需通过终端与网络设备交互上行参考信号的方法，实现上行信道的测量，而是基于终端的射频通道的互易性校准结果，对上行信道进行反向计算，实现上行信道的测量，得到第一上行CSI，可以减少信令交互，还可以提高上行信道的测量效率。

另外，当与网络设备交互的终端为多个时，网络设备无需预先为每个终端分配发送上行参考信号的资源，或者，终端无需轮训向网络设备发送上行参考信号，可以节省信道空口资源。

本申请实施例中，终端在得到第一下行CSI和第一上行CSI后，可以向网络设备发送第一下行CSI和第一上行CSI，这样网络设备无需基于来自终端的上行参考信号，对上行信道进行测量，便可获取第一下行CSI和第一上行CSI，上行信道的测量效率高。也可以说，终端在向网络设备发送第一下行CSI时携带第一上行CSI。

在一种可能的实现方式中，所述第一下行信道状态信息（CSI）和所述第一上行信道状态信息（CSI）携带于同一消息中。示例性的，目前在WLAN系统中，终端基于第一参考信号对下行信道测量后，可以将第一下行CSI封装在压缩波束成形报告中，本申请实施例中，终端在获取第一下行CSI和第一上行CSI后，可以将第一下行CSI和第一上行CSI封装在压缩波束成形报告中，且终端可以向网络设备发送该压缩波束成形报告。

在一种可能的实现方式中，第一下行CSI和第一上行CSI可以携带在不同消息中。示例性的，终端可以先向网络设备发送第一下行CSI，后向网络设备发送第一上行CSI。例如，终端可以在计算得到第一下行CSI时，先向网络设备发送第一下行CSI，且终端在通过对第一下行CSI反向计算得到第一上行CSI时，终端可以向网络设备发送第一上行CSI。或者，终端可以在得到第一下行CSI和第一上行CSI后，终端可以先向网络设备发送第一下行CSI，再向网络设备发送第一上行CSI，本申请实施例对此不作限制。以WLAN系统中，终端可以将第一下行CSI携带在压缩波束成形报告中，向网络设备发送压缩波束成形报告，终端在发送压缩波束成形报告之后，可以再向网络设备发送携带有第一上行CSI的消息。

结合第一方面，在第一方面的某些可能的实现方式中，网络设备在向终端发送第一参考信号之前，还可以向终端发送第一信息，或者，网络设备可以广播第一信息。相应的，终端可以接收第一信息。第一信息用于指示上报下行信道状态信息和上行信道状态信息。

应理解，在目前的通信协议中，网络设备可以向终端发送指示信息，该指示信息用于指示终端上报下

行信道状态信息。在该种示例中，终端可以对下行信道进行测量，仅得到下行CSI且向网络设备上报下行CSI，不会向网络设备上报下行CSI和上行CSI。

或者，网络设备可以向终端发送指示信息，该指示信息用于指示终端发送上行参考信号。在该种示例中，终端可以向网络设备发送上行参考信号，由网络设备对上行信道进行测量，仅得到上行CSI，其中，终端也无需上报上行CSI。

本申请实施例中，网络设备可以发送第一信息，相应的，终端接收到第一信息。换句话说，网络设备可以指示终端上报下行CSI和上行CSI。这样，终端在基于第一参考信号得到第一下行CSI后，可以根据终端的射频通道的互易性校准结果，对第一下行CSI进行互易性补偿，得到第一上行CSI。终端可以得到第一下行CSI和第一上行CSI。如此，可以减少信令交互，还可以提高上行信道的测量效率。

结合第一方面，在第一方面的某些可能的实现方式中，终端可以发送第二信息，该第二信息用于指示具备上报下行信道状态信息和上行信道状态信息的能力。相应的，网络设备可以接收第二信息，网络设备可以基于该第二信息，确定终端具备上报下行信道状态信息和上行信道状态信息的能力。当网络设备确定终端具备上报下行信道状态信息和上行信道状态信息的能力时，网络设备可以向终端发送第一信息，指示终端上报下行信道状态信息和上行信道状态信息。

在一种可能的场景中，在WLAN系统中，可以在关联请求中携带第二信息。或者，可以在关联请求中携带用于指示具备上报CSI和上行CSI的能力的信息，该关联请求可以看作第二信息。在一些实施例中，终端也可以在关联至网络设备之后，向网络设备发送第二信息。

在一种可能的场景中，在LTE系统中，终端可以在与网络设备建立连接的过程中，向网络设备发送第二信息。例如，基于目前LTE的协议规定，在一些实施例中，终端可以在向网络设备上报自己的能力信息时，携带第二信息。或者，终端可以在与网络设备建立连接之后，向网络设备发送第二信息。

上述示例中介绍了终端可以根据射频通道的互易性校准结果，对第一下行CSI进行射频通道的互易性补偿，得到第一上行CSI的方法，下面介绍终端得到射频通道的互易性校准结果的方法：

其一，终端支持自校准，即终端自己可以对射频通道进行互易性校准，得到终端的射频通道之间的时延差和/或相位差。

其中，终端遍历接收第一参考信号的每个天线，终端可以通过接收第一参考信号的一个天线对应的发送通道发送第一信号，且通过接收第一参考信号的剩余天线对应的发送通道接收该第一信号，终端遍历接收第一参考信号的每个天线后，终端可以根据发送的第一信号，以及接收的第一信号，确定终端的射频通道之间的时延差和/或相位差。

示例性的，以终端包括天线1和天线2为例，天线1和天线2都接收到第一参考信号，即第一参考信号对应天线1和天线2，或者说，第一参考信号对应天线1的射频通道和天线2对应的射频通道。在该示例中，终端通过天线1的发送通道发送第一信号，且终端通过天线2的接收通道接收第一信号。终端通过天线2的发送通道发送第二信号，且终端通过天线1的接收通道接收第二信号。终端可以根据发送的第一信号、接收的第一信号、发送的第二信号，以及接收的第二信号，确定终端的射频通道之间的时延差和/或相位差。

其中，天线1对应的发送通道发送的第一信号，经过空间传输被天线2对应的接收通道接收，进而完成了天线1对应的发送通道与天线2对应的接收通道的测量，得到天线2对应的接收通道的时延和相位，以及天线1对应的发送通道的时延和相位。同理的，天线2对应的发送通道发送的第二信号，经过空间传输被天线1对应的接收通道接收，进而完成了天线2对应的发送通道与天线1对应的接收通道的测量，得到天线1对应的接收通道的时延和相位，以及天线2对应的发送通道的时延和相位。终端可以对天线2对应的接收通道的时延和相位，以及天线1对应的接收通道的时延和相位进行做差处理，得到天线2对应的接收通道和天线1应的接收通道的时延差和/或相位差，以及天线2对应的发送通道和天线1应的发送通道的时延差和/或相位差。

其二，终端不支持自校准，即终端自己不具备对射频通道进行互易性校准的能力，在该种示例中，终端可以和网络设备交互参考信号，实现终端对射频通道的互易性校准。

其中，终端可以主动向网络设备发起射频通道的互易性校准请求，例如终端可以向网络设备发送第二参考信号。第二参考信号为上行参考信号，网络设备接收到第二参考信号，可以对上行信道进行测量，得到第二上行信道状态信息，且向终端发送第二上行信道状态信息。可以说，所述第二上行信道状态信息是基于所述第二参考信号得到的。

另外，网络设备响应于接收到第二参考信号，可以向终端发送第三参考信号，第三参考信号为下行参考信号。终端可以基于该第三参考信号，对下行信道进行测量，得到第二下行信道状态信息。

如此，终端可以得到第二上行信道状态信息和第二下行信道状态信息，终端可以根据所述第二上行信道状态信息和第二下行信道状态信息，确定所述时延差和/或所述相位差。也可以说，终端根据所述第二上行信道状态信息和第二下行信道状态信息，对终端的射频通道进行互易性校准，得到所述时延差和/或所述相位差，具体可以参照下述实施例中图10中的相关描述。

第二方面，提供一种通信方法，提供了一种通信方法，该方法可以由通信装置来执行，该通信装置可以是网络设备，或者也可以由配置在网络设备中的组件（如芯片、芯片系统、处理器等），或者，还可以是能够实现该通信装置的全部或部分功能的逻辑模块或软件。

应理解，第二方面提供的方法与第一方面对应，相同或相应内容的说明可参看第一方面中的相关描述，不再赘述。

示例性的，网络设备可以发送第一参考信号，以及接收第一上行信道状态信息，所述第一上行信道状态信息是对第一下行信道状态信息进行射频通道互易性补偿得到的，所述第一下行信道状态信息是基于所述第一参考信号得到的。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：网络设备接收所述第一下行信道状态信息，所述第一下行信道状态信息和所述第一上行信道状态信息携带于同一消息中。

在一种可能的实现方式中，所述发送第一参考信号之前，还包括：网络设备发送第一信息，所述第一信息用于指示上报下行信道状态信息和上行信道状态信息。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：网络设备接收第二信息，所述第二信息用于指示具备上报下行信道状态信息和上行信道状态信息的能力。

在一种可能的实现方式中，所述第一上行信道状态信息与所述第一参考信号对应的射频通道之间的差异信息具有关联关系，所述差异信息包括时延差和/或相位差。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：网络设备接收第二参考信号，以及发送第二上行信道状态信息，所述第二上行信道状态信息是基于所述第二参考信号得到的。且，网络设备可以发送第三参考信号，所述第三参考信号用于确定第二下行信道状态信息，所述时延差和/或相位差是基于所述第二上行信道状态信息和所述第二下行信道状态信息得到的。

第三方面，本申请提供了一种通信装置，包括用于实现第一方面以及第一方面任一种可能实现方式中的方法的模块或单元。各个模块或单元可通过执行计算机程序来实现相应的功能。

示例性地，第三方面中的通信装置为终端、或配置在终端中的组件，如芯片、芯片系统、处理器等。

第四方面，本申请提供了一种通信装置，包括处理器，所述处理器用于执行第一方面以及第一方面任一种可能实现方式中所述的通信方法。

可选地，所述装置还包括存储器，用于存储指令和数据。所述存储器与所述处理器耦合，所述处理器执行所述存储器中存储的指令时，可以实现上述各方面中描述的方法。

可选地，所述装置还包括通信接口，所述通信接口用于该装置与其它通信装置进行通信，示例性地，通信接口可以是收发器、电路、总线、模块、管脚或其它类型的通信接口。

示例性地，第四方面提供的通信装置为芯片或芯片系统。

第五方面，本申请提供了一种通信装置，包括处理器和通信接口，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，以实现第一方面以及第一方面任一种可能实现方式中所述的通信方法。示例性地，所述通信接口可以是收发器、电路、总线、模块、管脚或其它类型的通信接口。

可选地，所述装置还包括存储器，用于存储指令和数据。所述存储器与所述处理器耦合，所述处理器执行所述存储器中存储的指令时，可以实现上述第一方面中描述的方法。

第六方面，本申请提供了一种通信装置，包括处理器和存储器，所述存储器用于存储指令和数据，所述处理器执行所述存储器中存储的指令时，可以实现第一方面以及第一方面任一种可能实现方式中所述的通信方法。

可选地，所述装置还包括通信接口，所述通信接口用于该装置与其它通信装置进行通信，示例性地，通信接口可以是收发器、电路、总线、模块、管脚或其它类型的通信接口。

示例性地，第五方面或第六方面中的通信装置为终端。

第七方面，本申请提供了一种通信装置，包括用于实现第二方面以及第二方面任一种可能实现方式中的方法的模块或单元。各个模块或单元可通过执行计算机程序来实现相应的功能。

示例性地，第三方面中的通信装置为终端、或配置在终端中的组件，如芯片、芯片系统、处理器等。

第八方面，本申请提供了一种通信装置，包括处理器，所述处理器用于执行第二方面以及第二方面任一种可能实现方式中所述的通信方法。

可选地，所述装置还包括存储器，用于存储指令和数据。所述存储器与所述处理器耦合，所述处理器执行所述存储器中存储的指令时，可以实现上述各方面中描述的方法。

可选地，所述装置还包括通信接口，所述通信接口用于该装置与其它通信装置进行通信，示例性地，通信接口可以是收发器、电路、总线、模块、管脚或其它类型的通信接口。

示例性地，第八方面提供的通信装置为芯片或芯片系统。

第九方面，本申请提供了一种通信装置，包括处理器和通信接口，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，以实现第二方面以及第二方面任一种可能实现方式中所述的通信方法。示例性地，所述通信接口可以是收发器、电路、总线、模块、管脚或其它类型的通信接口。

可选地，所述装置还包括存储器，用于存储指令和数据。所述存储器与所述处理器耦合，所述处理器执行所述存储器中存储的指令时，可以实现上述第二方面中描述的方法。

第十方面，本申请提供了一种通信装置，包括处理器和存储器，所述存储器用于存储指令和数据，所述处理器执行所述存储器中存储的指令时，可以实现上述第二方面以及第二方面任一种可能实现方式中所述的通信方法。

可选地，所述装置还包括通信接口，所述通信接口用于该装置与其它通信装置进行通信，示例性地，通信接口可以是收发器、电路、总线、模块、管脚或其它类型的通信接口。

示例性地，第九方面或第十方面中的通信装置为网络设备。

第十一方面，本申请提供了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，使得计算机实现第一或第二方面以及第一或第二方面任一种可能实现方式中的方法。

第十二方面，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，使得计算机执行第一或第二方面以及第一或第二方面任一种可能实现方式中的方法。

第十三方面，提供了一种通信系统，包括前述的终端和网络设备。

本申请的第三方面至第十三方面与本申请的第一方面和第二方面的技术方案相对应，各方面及对应的可行实施方式所取得的有益效果相似，不再赘述。

附图说明

图1为适用于本申请提供的通信方法的通信系统的架构示意图；

图2为适用于本申请提供的通信方法的网络设备和终端的一种通信示意图；

图3A为LTE系统中下行信道的测量流程示意图；

图3B为网络设备分配资源的一种示意图；

图4为WLAN系统中下行信道的测量时序图；

图5为本申请实施例提供的网络设备和终端之间的信道的一种示意图；

图6为本申请实施例提供的通信方法的一种示意性流程图；

图7为本申请实施例提供的通信方法的一种时序图；

图8为本申请实施例提供的通信方法的另一种示意性流程图；

图9为本申请实施例提供的终端对射频通道进行互易性校准的一种示意性流程图；

图10为本申请实施例提供的终端对射频通道进行互易性校准的另一种示意性流程图；

图11为终端的射频通道之间的相位差与频率的线性关系示意图；

图12为本申请实施例提供的通信方法的另一种时序图；

图13为本申请实施例提供的测量装置的一种结构示意图；

图14为本申请实施例提供的测量装置的另一种结构示意图；

图15为本申请实施例提供的终端的结构示意图；

图16为本申请实施例提供的网络设备的结构示意图。

具体实施方式

下面将结合附图，对本申请提供的技术方案进行描述。

为方便理解本申请的实施例，首先做出如下几点说明：

第一，本申请中，指示包括显式指示（也称为直接指示）和隐式指示（也称为间接指示）。其中，显示指示信息A，是指包括该信息A；隐式指示信息A，是指通过信息A和信息B的对应关系以及直接指示信息B，来指示信息A，信息A和信息B的对应关系可以是预定义的，预存储的，预烧制的，或者，预先配置的；或者，也可以是指通过信息B和预设的规则，来指示信息A。

第二，本申请中，信息C用于信息D的确定，既包括信息D仅基于信息C来确定，也包括基于信息C和其他信息来确定。此外，信息C用于信息D的确定，还可以间接确定的情况，比如，信息D基于信息E确定，而信息E基于信息C确定这种情况。

第三，本申请中，“至少一个”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上。“和/或”，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的情况，其中A，B可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系，但并不排除表示前后关联对象是一种“和”的关系的情况，具体表示的含义可以结合上下文进行理解。“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，或c中的至少一项（个），可以表示：a，b，c；a和b；a和c；b和c；或a和b和c。其中a，b，c可以是单个，也可以是多个。

第四，本申请中，“第一”、“第二”等前缀字样的使用仅仅为了便于对归属于同一个名称类别下的不同事物进行区分描述，不对事物的次序、大小或者数量进行约束。例如，“第一信息”和“第二信息”仅仅为不同的信息，二者没有时间先后关系、大小关系或优先级高低关系。

第五，本申请中的“发送”和“接收”，表示信号传递的走向。例如，“向终端发送信息”可以理解为该信息的目的端是终端，可以包括通过空口直接发送，也包括其他单元或模块通过空口间接发送。“接收来自网络设备的信息”可以理解为该信息的源端是网络设备，可以包括通过空口直接从网络设备接收，也可以包括通过空口从其他单元或模块间接地从网络设备接收。“发送”也可以理解为芯片接口的“输出”，“接收”也可以理解为芯片接口的“输入”。

换言之，发送和接收可以是在设备之间进行的，例如，终端和网络设备之间进行的；也可以是在设备内进行的，例如，通过总线、走线或接口在设备内的部件之间、模组之间、芯片之间、软件模块或者硬件模块之间发送或接收。

第六，在本申请实施例中，“当...时”、“若”以及“如果”均指在某种客观情况下装置会做出相应的处理，并非限定时间，且也不要求装置实现时一定要有所判断的动作，也不意味着存在其它限定。

第七，本申请中，“示例”、“示例性地”、“例如”或“比如”等词用于表示作例子、例证或说明。本申请中被描述为“示例”、“示例性地”、“例如”或“比如”的任何实施例或设计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”、“示例性地”、“例如”或“比如”等词旨在以具体方式呈现相关概念。

第八，本文以下信道测量为例来描述了本申请提供的通信方法，但这不应对本方案所适用的场景构成限定，在上行信道测量中，网络设备在获取上行信道状态信息（channel state information, CSI）后，也可以进行网络设备的射频通道互易性补偿，对上行CSI进行反向计算，得到下行CSI，如此也可以减少信令开销。本领域的技术人员基于相同的构思，在本文实施例的基础上做出简单的变换，便可以得到上行CSI和下行CSI，为了简洁，本文不做赘述。

本申请实施例提供的技术方案可以适用于无线局域网（wireless local area network, WLAN）场景，例如，支持电气和电子工程师学会（institute of electrical and electronics engineers, IEEE）802.11相关标准，例如802.11a/b/g标准、802.11n标准、802.11ac标准、802.11ax标准、IEEE 802.11ax下一代Wi-Fi协议，如802.11be、Wi-Fi 7、极高吞吐量（extremely high throughput, EHT）、802.11ad、802.11ay或802.11bf，再如802.11be下一代、Wi-Fi 8等，还可以应用于基于超宽带（ultra wide band, UWB）的无线个人局域网系统，如802.15系列标准，还可以应用于感知（sensing）系统，如802.11bf系列标准，还可以应用于802.11bn标准或超高可靠性（ultra-high reliability, UHR）标准。其中，802.11n标准称为高吞吐率（high throughput, HT），802.11ac标准称为非常高吞吐率（very high throughput, VHT）标准，802.11ax标准称为高效（high efficient, HE）标准，802.11be标准称为超高吞吐率（extremely high throughput, EHT）标准。其中，802.11bf包括低频（例如，sub7GHz）和高频（例如，60GHz）两个大类标准。sub7GHz的实现方式

主要依托 802.11ac、802.11ax、802.11be 及下一代等标准，60GHz 实现方式主要依托 802.11ad、802.11ay 及下一代等标准。其中，802.11ad 也可以称为定向多吉比特（directional multi-gigabit，DMG）标准，802.11ay 也可以称为增强定向多吉比特（enhanced directional multi-gigabit，EDMG）标准。

虽然本申请实施例主要以部署 WLAN 网络，尤其是应用 IEEE 802.11 系统标准的网络为例进行说明，本领域技术人员容易理解，本申请实施例涉及的各个方面可以扩展到采用各种标准或协议的其它网络，例如，高性能无线局域网（high performance radio local area network，HIPERLAN）、无线广域网（wireless wide area network，WWAN）、无线个人区域网（wireless personal area network，WPAN）或其它现在已知或以后发展起来的网络。因此，无论使用的覆盖范围和无线接入协议如何，本申请实施例提供的各方面可以适用于任何合适的无线网络。

本申请实施例的技术方案还可以应用于各种通信系统，例如：WLAN 通信系统，无线保真（wireless fidelity，Wi-Fi）系统、长期演进（long term evolution，LTE）系统、LTE 频分双工（frequency division duplex，FDD）系统、LTE 时分双工（time division duplex，TDD）、通用移动通信系统（universal mobile telecommunication system，UMTS）、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、物联网（internet of things，IoT）网络或车联网（vehicle to x，V2X）等。

上述适用本申请的通信系统仅是举例说明，适用本申请的通信系统不限于此，在此统一说明，以下不再赘述。图1为适用于本申请提供的通信方法的通信系统的架构示意图。图1示出了可能的、非限制性的系统架构的示意图。如图1所示，通信系统包括：网络设备和终端。应理解，图1中以网络设备为WLAN系统中的接入点（access point，AP）为例，图1中以终端为WLAN系统中的站点（station，STA）为例。本申请的实施例对该通信系统中包括的网络设备和终端的数量不做限定，示例性的，图1中以2个AP和3个STA为例。

终端可以通过网络设备接入通信网络。终端可以通过无线的方式与网络设备相连，终端可以是固定位置的，也可以是可移动的。该通信系统中还可以包括其它网络设备，如还可以包括核心网设备、无线中继设备和无线回传设备，在图1中未画出。

在一些实施例中，网络设备是终端通过无线方式接入到该通信系统中的接入设备，例如网络设备可以是基站（base station）、演进型基站（evolved NodeB，eNodeB）、接入点（access point，AP）、发送接收点（transmission reception point，TRP）、下一代基站（next generation NodeB，gNB）、第六代（6th generation，6G）移动通信系统中的下一代基站、未来移动通信系统中的基站，或者WiFi系统中的接入点（access point，AP）等。

终端也可以称为终端Terminal、用户设备（user equipment，UE）、移动台（mobile station，MS）、移动终端（mobile terminal，MT）等。示例性的，例如终端可以是手机（mobile phone）、平板电脑（Pad）、带无线收发功能的电脑、虚拟现实（virtual reality，VR）终端、增强现实（augmented reality，AR）终端、工业控制（industrial control）中的无线终端、无人驾驶（self driving）中的无线终端、远程手术（remote medical surgery）中的无线终端、智能电网（smart grid）中的无线终端、运输安全（transportation safety）中的无线终端、智慧城市（smart city）中的无线终端、智慧家庭（smart home）中的无线终端等。

本申请实施例中，终端和网络设备可以是硬件设备，也可以是在专用硬件上运行的软件功能，通用硬件上运行的软件功能，比如，是平台（例如，云平台）上实例化的虚拟化功能，又或者，是包括专用或通用硬件设备和软件功能的实体，本申请对终端和网络设备的具体形态不作限定。

应理解，图1中以WLAN系统为例进行说明，其中，网络设备可以为AP，终端可以为STA。在一些实施例中，STA可以是非接入点类的站点（non access point station，non-AP STA），简称为非AP站点或STA。具体地，本申请的方案适用于AP与一个或多个非AP站点之间的数据通信（例如，图1中AP1与non-AP STA1、non-AP STA2之间的数据通信），也适用于AP与AP之间的数据通信（例如，图1中AP1与AP2之间的数据通信），以及，non-AP STA与non-AP STA之间的数据通信（例如，图1中non-AP STA2与non-AP STA3之间的数据通信）。

其中，接入点可以为终端（例如，手机）进入有线（或无线）网络的节点，主要部署于家庭、大楼内部以及园区内部，典型覆盖半径为几十米至上百米，当然，也可以部署于户外。接入点相当于一个连接有线网和无线网的桥梁，主要作用是将各个无线网络客户端连接到一起，然后将无线网络接入以太网。

具体的，接入点可以是带有Wi-Fi芯片的终端或者网络设备，该网络设备可以为服务器、路由器、交换机、网桥、计算机、手机、中继站、车载设备、可穿戴设备、5G网络中的网络设备以及6G网络中的网络设

备或者公用陆地移动通信网络（public land mobile network, PLMN）中的网络设备等，本申请实施例并不限定。接入点可以为支持Wi-Fi制式的设备。例如，接入点也可以支持802.11a、802.11b、802.11g、802.11n、802.11ac、802.11ax、802.11be、802.11ad、802.11ay、802.11bn、802.11bf等IEEE 802.11系列的一种或多种标准。

非AP站点可以为无线通讯芯片、无线传感器或无线通信终端等，也可称为用户、用户设备（user equipment, UE）、接入终端、用户单元、用户站、移动站、移动台、远方站、远程终端、移动设备、用户终端、终端、无线通信设备、用户代理或用户装置。非AP站点可以是蜂窝电话、无绳电话、会话启动协议（session initiation protocol, SIP）电话、无线本地环路（wireless local loop, WLL）站、个人数字处理（personal digital assistant, PDA）、具有无线通信功能的手持设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备、车载设备、物联网设备、可穿戴设备、5G网络中的终端、6G网络中的终端或者PLMN中的终端等，本申请实施例对此并不限定。非AP站点可以为支持WLAN制式的设备。例如，非AP站点可以支持802.11a、802.11b、802.11g、802.11n、802.11ac、802.11ax、802.11be、802.11ad、802.11ay、802.11bf等IEEE 802.11系列的一种或多种标准。

例如，非AP站点可以为移动电话、平板电脑、机顶盒、智能电视、智能可穿戴设备、车载通信设备、计算机、物联网(internet of things, IoT)节点、传感器、智能家居，如智能摄像头、智能遥控器、智能水表电表、以及智慧城市中的传感器等。

上述AP或非AP站点可以包括发送器、接收器、存储器、处理器等，其中，发送器和接收器分别用于分组结构的发送和接收，存储器用于存储信令信息以及存储提前约定的预设值等，处理器用于解析信令信息、处理相关数据等。

为了更好地理解本申请实施例提供的方法，下面将对本申请中涉及到的术语作简单说明。

1、信道互易性：在相对较短的时间之内（信号传播的相干时间），可以认为上行信道和下行信道的传输所经历的信道衰落是相同的。应理解，本申请实施例重点在于讨论设备中射频通道（或链路）的互易性。应理解，下述实施例中的上下行信道指的是上行信道和下行信道。

2、互易性校准：本申请实施例中是指对下行信道（如终端的射频通道中的接收通道）和上行信道（如终端的射频通道中的发送通道）进行校准，得到下行信道和上行信道在收发信号时的差异信息。在一些实施例中，该差异信息可以包括时延差和/或相位差。在一些实施例中，下行信道和上行信道在收发信号时的差异信息可以称为互易性校准结果。

3、互易性补偿：本申请实施例中是指基于互易性校准结果，对下行CSI进行处理得到上行CSI，或者基于互易性校准结果，对上行CSI进行互易性补偿（或者反向计算）得到下行CSI。

4、参考信号（reference signal, RS）：可用于信道测量、信道估计等。

根据LTE或NR的协议，下行参考信号例如可以包括：同步信号块（synchronization signal block, SSB）、物理下行控制信道（physical downlink control channel, PDCCH）-解调参考信号（PDCCH-DMRS）、物理下行共享信道（physical downlink share channel, PDSCH）-解调参考信号（PDSCH-DMRS）、PTRS、信道状态信息参考信号（channel status information reference signal, CSI-RS）、LTE中的小区信号（cell reference signal, CRS）、NR中的时/频域跟踪同步信号（tracking reference signal, TRS）、下行定位信号（positioning RS）等。上行参考信号例如可以包括：探测参考信号（sounding reference signal, SRS）、物理上行控制信道（physical uplink control channel, PUCCH）-解调参考信号（de-modulation reference signal, DMRS）（PUCCH-DMRS）、物理上行共享信道（physical uplink share channel, PUSCH）-解调参考信号（PUSCH-DMRS）、相位噪声跟踪参考信号（phase noise tracking reference signal, PTRS）、上行定位信号（uplink positioning RS）等等。

根据WLAN的协议，参考信号例如可以为空数据包（null data packet announcement, NDP）帧。

5、参考信号配置：参考信号配置可以包括参考信号资源配置和上报配置两部分。下面以RS配置为例来介绍。

其中，上报配置，可用于配置CSI上报有关的参数，例如“上报配置标识（ReportConfigId）”、“上报配置类型（reportConfigType）”、“上报量（reportQuantity）”等。“reportConfigId”可用于指示上报的信息。“reportConfigType”用于配置上报的类型，具体可以分为：周期性上报，半持续性上报和非周期性上报。“reportQuantity”可用于配置上报的信息，例如包括：预编码矩阵指示（precoding matrix indicator, PMI）、秩指示（rank indicator, RI）、层指示（layer indicator, LI）、信道质量指示（channel quality indicator, CQI）、参考信号接收功率（reference signal reception power, RSRP）、参考信号接收质量（reference signal

reception quality, RSRQ)、信号与噪声比值(signal to noise ratio, SNR)、信号与干扰噪声比值(signal to interference-noise ratio, SINR)等。通过不同的配置,可以上报不同的信息。

其中,参考信号资源配置,可用于配置RS资源相关的信息,例如“资源配置标识(CSI-ResourceConfigId)”,以及用于测量的RS资源。

应理解,本申请实施例适用于各种通信场景,但尤其适用于多入多出(multi-in-multi-out, MIMO)场景。在多入多出(multi-in-multi-out, MIMO)场景中,网络设备和终端均使用两个或两个以上天线进行信息传输,在收发之间构成多个信道的天线系统,通过在不同的天线上独立发送信息,可以提高信道的利用率。

这里结合图2,简要介绍MIMO通信系统,以便容易理解本申请实施例提供的通信方法。

以网络设备包括2个天线,以及终端包括2个天线为例,网络设备和终端构成了2×2 MIMO通信系统。在2×2 MIMO通信系统中,可以将空间分层,在不同的层可以发送不同的信息,这种分层方式可以称为空分复用。空分复用后,MIMO可以划分为SU-MIMO和MU-MIMO。其中,SU-MIMO表示单个用户使用的层,MU-MIMO表示将层分配给不同的用户使用。

参照图2,以网络设备中的2个天线分别为天线1、天线2,以及终端中的两个天线分别为天线1和天线2为例,在2×2 MIMO通信系统中,可以包括4个空间流。该4个空间流分别为:网络设备的天线1至终端的天线1的空间流1、网络设备的天线1至终端的天线2的空间流2,网络设备的天线2至终端的天线1的空间流3,以及网络设备的天线2至终端的天线2的空间流4。

在一些实施例中,空间流可以看作网络设备和终端之间的信道的子信道。示例性的,参照图2,网络设备和终端之间的信道可以划分为4个子信道,每个空间流可以作为一个子信道。例如网络设备和终端之间的信道可以划分为4个子信道,分别为子信道1(网络设备的天线1至终端的天线1之间的信道)、子信道2(网络设备的天线1至终端的天线2之间的信道)、子信道3(网络设备的天线2至终端的天线1之间的信道),以及子信道4(网络设备的天线2至终端的天线2之间的信道)。

例如,网络设备通过天线1发送信号X1,通过天线2发送信号X2,由于下行信道的影响,终端通过天线1接收到的信号为Y1,通过天线2接收到的信号为Y2,那么下行信道信息即可通过发送端(网络设备)发送的信号X1、X2以及接收端(终端)接收到的信号Y1、Y2确定。例如反应下行信道信息的下行传输矩阵可以称作H矩阵,且H矩阵例如可以满足以下公式1:

$$\begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{12} & h_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} \text{ 公式1}$$

其中,H矩阵中的 h_{11} 、 h_{12} 、 h_{21} ,以及 h_{22} 分别表示2×2 MIMO传输的每个子信道的信道信息。例如 h_{11} 为子信道1的信道传输系数, h_{12} 为子信道2的信道传输系数, h_{21} 为子信道3的信道传输系数, h_{22} 为子信道4的信道传输系数。

目前在LTE系统中,为了提高信道资源的利用率,可以将网络设备和终端之间的信道划分为多个子信道(subchannel)或子带(subband),下面以子信道为例进行说明。不同子信道的频率不同,为了保证网络设备和终端之间的通信质量,网络设备可以进行频率选择,即决定在哪个子信道上向终端发送下行信息(信令和/或数据)。参照图3A,网络设备可以向终端下发参考信号,终端根据接收到的参考信号对下行信道进行测量(或估计),得到下行信道的CSI,并反馈给网络设备。其中,下行信道的CSI可以包括每个下行子信道的CSI。网络设备可以基于每个下行子信道的CSI进行频率选择,以及决定调度终端的下行信道的资源、调制编码方案(modulation and coding scheme, MCS)以及预编码等配置。

在一些实施例中,下行信道的CSI可以简称为下行信道状态信息(下行CSI),上行信道的CSI可以简称为上行信道状态信息(上行CSI)。

随着各类终端不断渗入到日常生活,越来越多的移动应用对网络的通信质量提出了更高的要求。诸如无线办公,视频会议,短视频、AR、VR等应用的推广,用户不仅对下行信道的通信质量(例如下载速度、视频加载速度)等具有较高的要求,也对上行信道的通信质量(例如多媒体资源上传等)提出了更高的要求。

为了保证上行信道的通信质量,目前可以进行上行信道的测量。基于LTE的相关协议,网络设备可以为终端分配发送参考信号的资源,终端可以在该资源上向网络设备发送参考信号。网络设备接收到参考信号后,可以对上行信道进行测量,得到上行CSI。在一些实施例中,网络设备可以同时与多个终端进行通

信，且因为每个终端发送参考信号的资源不是共享的，因此网络设备需要为每个终端分配资源。为了提高上行信道的测量效率，参照图3B，网络设备可以在频域上为多个终端分配资源，终端可以在对应资源上向网络设备发送参考信号。应理解，图3B中以多个终端包括UE1、UE2以及UE3为例。

在一些实施例中，为了便于区分网络设备向终端发送的参考信号，以及终端向网络设备发送的参考信号，可以将网络设备向终端发送的参考信号作为下行参考信号，将终端向网络设备发送的参考信号作为上行参考信号。

目前在LTE系统，在对上行信道进行测量时，需要终端向网络设备发送上行参考信号，网络设备基于参考信号对上行信道进行测量，才能获取上行CSI，信令开销大，上行信道的测量效率低。

目前在WLAN系统中，也可以进行下行信道的测量。基于WLAN的相关协议，参照图4，下行信道的测量可以包括如下步骤1-步骤4。其中，WLAN的相关协议包括但不限于：如IEEE 802.11协议，IEEE 802.11协议，IEEE 802.15协议，或IEEE 802.11等。

步骤1、AP广播空数据包宣告（null data packet announcement，NDPA）帧（或报文）。

在WLAN系统中，AP可以看作网络设备，站点设备（station，STA）可以看作终端。

目前，AP可以在全频带资源上广播NDPA帧。NDPA帧，用于指示本次参与信道测量的STA，以及STA需要上报的信息等。

在一些实施例中，NDPA帧的格式可以参照表1-1和表1-2：

表1-1

2比特	2比特	6比特	6比特	1比特	4比特		4比特	4比特
Frame Control	Duration	RA	TA	Sounding Dialog Token	STA Info1	...	STA InfoN	FCS

表1-2

11比特	14比特	2比特	1比特	1比特	3比特
AID 11	Partial BW Info (RU start) (RU end) 7比特 7比特	Feedback Type And Ng	Disambiguation	Codebook Size	Nc

表1-1中的前4个字段为NDPA帧的帧头。Frame Control表示NDPA帧的协议版本与帧类型。Duration表示一个时间段，该时间段用于指示NDPA帧、NDP帧以及随后终端向网络设备反馈信道信息的传输总时间。如果NDPA帧中仅携带一个STA 信息（information，info），则RA（receiver address）表示需要反馈信道信息的终端的媒体存取控制（media access control，MAC）位址。如果NDPA帧中包含多个STA info，则RA被设置为广播地址。TA（transmitter address）表示发送NDPA帧的网络设备的地址。Sounding Dialog Token表示由网络设备确定的该NDPA帧的索引。STA Info表示本次参与信道测量的STA的信息，STA Info1至STA InfoN表示本次参与信道测量的多个STA的信息。FCS表示帧校验序列。

表1-2中，AID 11表示了需要进行信道信息反馈的终端关联身份标识。Partial BW Info表示需要进行信道信息反馈的首个26-tone RU到最后一个26-tone RU，其中，Partial BW Info中可以包括RU start和RU end。其中，RU start表示需要进行信道信息反馈的首个26-tone RU，RU end表示需要进行信道信息反馈的最后一个26-tone RU。Feedback Type And Ng指示STA需要反馈的信道信息，信道信息例如可以包括但不限于：信道质量指示（channel quality indication，CQI），多用户压缩V矩阵（multi-user compressed V，MU CV），以及单用户压缩V矩阵（single user compressed V，SU CV）等。在一些实施例中，MU CV和SU CV可以理解成一种PMI。Disambiguation表示用于帮助终端识别一个HE的NDPA帧。Codebook Size与Feedback Type And Ng一同表征了信道信息反馈的量化位宽。Nc表示流数，流数可以理解为MIMO 通信系统可以传输信息的空间流数。

步骤2、经过短帧间间隔（short inter frame space，SIFS）后，AP广播NDP帧。

NDP帧，用于信道测量。在一些实施例中，NDP帧可以作为一种参考信号。

其中，STA在接收到NDP帧，可以使用该NDP帧对下行信道测量，得到下行CSI。

步骤3、经过SIFS后，AP广播触发（Trigger）帧。

Trigger帧，用于指示STA上报信道状态信息。

在一些实施例中，Trigger帧可以包括物理层协议数据单元（PHY protocol data unit，PPDU）长度以及调制编码策略（modulation coding scheme，MCS）等信息。

步骤4、STA向AP上报下行CSI。

在WLAN系统中，AP未为STA分配频域资源，而是在全频带资源上广播NDPA帧、NDP帧，以及Trigger帧，因此接入AP的STA可以接收到NDPA帧、NDP帧，以及Trigger帧。示例性的，参照图4，STA1和STA2接收到NDPA帧、NDP帧，以及Trigger帧，在接收到Trigger帧后经过SIFS后，STA1可以向AP上报下行CSI-1，且STA2可以向AP上报下行CSI-2。

在一些实施例中，下行CSI可以携带在压缩波束成形报告（compressed beamforming report）中。示例性的，STA1可以向AP上报压缩波束成形报告1，该压缩波束成形报告1中包括下行CSI-1，同理的，STA2可以向AP上报压缩波束成形报告2，该压缩波束成形报告2中包括下行CSI-2。

目前在WLAN的相关协议中并未揭示对上行信道的通信方法。

在一种可能的场景中，STA可以轮训进行上行参考信号的上报，以实现上行信道的测量。示例性的，例如AP可以广播Trigger帧，该Trigger帧用于指示STA发送NDP帧（可以看作上行参考信号），该NDP帧用于AP对上行信道进行测量。其中，STA响应于Trigger帧，可以在全频带上向AP发送NDP帧。AP接收到NDP帧，可以对上行信道进行测量，得到上行CSI。应理解的是，当接入AP的STA存在多个时，该多个STA响应于Trigger帧，可以在不同的时刻向AP发送NDP帧，即STA可以轮训进行上行参考信号的上报，便于AP可以基于上行参考信号对上行信道进行测量。

在一种可能的场景中，在WLAN系统中，可以使用与LTE系统类似的上行信道的通信方法。示例性的，AP可以在频域资源上为多个STA预先分配发送NDP帧的资源，且广播Trigger帧。该多个STA响应于接收到Trigger帧，可以在对应的频域资源上向AP发送NDP帧。这样AP可以基于来自STA的NDP帧，对上行信道进行测量，得到上行CSI。

目前在WLAN系统中并未揭示上行信道的通信方法，在可能的实现方式中，在对上行信道进行测量时，需要STA轮训向AP发送上行参考信号，AP基于上行参考信号对上行信道进行测量，才能获取上行CSI，信令开销大、影响空口信道资源的使用效率，且上行信道的测量效率低。

目前，对于网络设备向终端发送下行参考信号来说，下行参考信号的传输包括空间传输和射频传输两个部分。在一些实施例中，网络设备和终端之间的信道可以划分为：空间通道和射频通道。其中，进行空间传输的通道可以称为空间通道，进行射频传输的通道可以称为射频通道。

图5为本申请实施例提供的网络设备和终端之间的信道的一种示意图。参照图5，以网络设备的天线1和终端的天线1之间的子信道1为例，网络设备通过网络设备的天线1发射下行参考信号，下行参考信号经过空间传输，被终端的天线1接收到。天线1接收到下行参考信号后，会通过终端的天线1的射频通道的处理，达到终端的处理器（例如基带处理器）。终端的处理器可以根据下行参考信号对下行信道进行测量，得到下行CSI。

参照图5，终端的天线1的射频通道包括接收通道和发送通道，接收通道可以接收来自网络设备的下行参考信号，发送通道可以向网络设备发送上行信息。在一些实施例中，接收通道可以包括但不限于：放大器、滤波器、模数转换器（analogue to digital conversion, ADC）、基带处理器等。发送通道可以包括但不限于：基带处理器、数模转换器（digital to analogue conversion, DAC），滤波器、以及放大器等。终端的天线1接收到下行参考信号后，可以通过接收通道中的各元件对下行参考信号进行放大、滤波、模数转换等处理，由基带处理器计算得到下行CSI。而对于终端发射的信号来说，可以通过发送通道中的各元件对该信号进行数模转换、滤波，以及放大等处理后经过天线发射出去。

综上，在空间传输过程中，下行参考信号未经设备等的处理，因此在空间传输过程中，在相干时间空间通道中的上下行信道具有互易性。而在射频传输过程中，接收通道和发送通道会对信号进行不同的处理，因此信号在接收通道和发送通道中的传输存在时延和/或相位上的不同，为了使能射频通道中的上下行信道具有互易性，终端可以对射频通道进行互易性校准，以保证射频通道中的上下行信道具有互易性。

有鉴于此，本申请实施例提供一种通信方法，可以借助终端对射频通道的互易性校准，使能终端和网络设备之间的上下行信道具有互易性，这样终端在对下行信道进行测量得到下行CSI后，可以基于上下行信道具有互易性，利用终端的射频通道的互易性校准结果，对下行CSI进行反向计算完成对上行信道的测量，得到上行CSI。

本申请中，因无需采用终端向网络设备发送上行参考信号的方法，由网络设备完成上行信道的测量得到上行CSI，而是基于下行CSI进行反向计算得到上行CSI，可以减少信令开销，节省空口资源，另外因上行CSI是由下行CSI计算得到，因此终端可以在上报下行CSI时也上报上行CSI，无需依次进行下行信道的测量以及上行信道的测量，可以提高上行信道的测量效率。

下面将结合附图，详细说明本申请提供的通信方法。

图 6 为本申请实施例提供的通信方法的一种示意性流程图。图 6 是以网络设备与终端之间的交互为例描述了该方法，而不应对本申请构成任何限定。图 6 中的网络设备也可替换为配置在网络设备中的组件（如芯片、芯片系统、处理器等），或者，能够实现该网络设备的全部或部分功能的逻辑模块或软件等。终端可替换为配置在终端中的组件（如芯片、芯片系统、处理器等），或者，能够实现该终端的全部或部分功能的逻辑模块或软件等。

参照图6，本申请实施例提供的通信方法可以包括：

S601，网络设备发送第一参考信号。

例如，第一参考信号为下行参考信号。

在 LTE 系统中，网络设备可以向终端发送第一参考信号，相应的，终端接收到第一参考信号。在 WLAN 系统中，网络设备可以广播第一参考信号（如 NDP 帧），已接入网络设备（如 AP）的终端（STA）可以接收到第一参考信号。

在一些实施例中，网络设备可以周期性或者非周期性向终端发送第一参考信号。非周期性地向终端发送第一参考信号的场景例如：当终端的位置变化超出阈值时，网络设备可以向终端发送第一参考信号，指示终端重新对下行信道进行测量。或者，当下行 CSI 表示下行信道的网络质量小于阈值时，网络设备可以向终端发送第一参考信号，指示终端重新对下行信道进行测量。本申请实施例对非周期性地向终端发送第一参考信号的场景不作限制，下述实施例中以网络设备周期性向终端发送第一参考信号为例进行说明。

S602，终端向网络设备发送第一上行信道状态信息，第一上行信道状态信息是对第一下行信道状态信息进行射频通道互易性补偿得到的，第一下行信道状态信息是基于第一参考信号得到的。

前已述及，下行参考信号用于终端对下行信道进行测量，得到下行 CSI。本申请实施例中，终端响应于接收到第一参考信号，可以对下行信道进行测量，得到下行 CSI，本申请实施例对该过程不做赘述，可以参照相关协议中的描述。在一些实施例中，可以将由第一参考信号得到的下行 CSI，称为第一下行 CSI。换句话说，第一下行 CSI 是基于第一参考信号得到的，或者第一下行 CSI 是基于第一参考信号对下行信道进行测量得到的。

前已述及，为了保证终端和网络设备之间的上下行信道具有互易性，终端可以对终端的射频通道进行互易性校准，得到射频通道的互易性校准结果。本申请实施例中，终端可以根据互易性校准结果，对第一下行 CSI 进行互易性补偿，得到第一上行 CSI。也可以说，终端根据互易性校准结果，对第一下行 CSI 进行反向计算得到第一上行 CSI，也可以说，终端根据互易性校准结果，进行上行信道的互易性反向计算，得到第一上行 CSI。

在一些实施例中，射频通道的互易性校准结果可以包括：各天线对应的射频通道之间的时延差和/或相位差。参照图 5，对于终端的一个天线来说，一个天线对应一个射频通道，天线对应的射频通道指的是：与该天线连接的射频通道。例如，天线接收到的信号可以传输至该射频通道进行处理，而该射频通道发送的信号可以经由该天线发射出去。一个射频通道包括接收通道和发送通道，换句话说，一个天线对应一组收发通道，该收发通道包括接收通道和发送通道。

在一些实施例中，终端对射频通道进行互易性校准可以理解为：终端对各天线对应的射频通道进行互易性校准，相应的，射频通道的互易性校准结果可以包括：各天线对应的射频通道之间的时延差和/或相位差。其中，各天线对应的射频通道之间的时延差和/或相位差可以包括：各天线对应的发送通道之间的时延差和/或相位差，以及各天线对应的接收通道之间的时延差和/或相位差。以终端包括天线 1 和天线 2 为例，射频通道的互易性校准结果可以包括：终端的天线 1 对应的发送通道与天线 2 对应的发送通道之间的时延差和/或相位差，以及终端的天线 1 对应的接收通道与天线 2 对应的接收通道之间的时延差和/或相位差。

其中，上述实施例中的天线编号（如天线 1、天线 2）可以看作标准协议中定义的天线索引。射频通道的互易性校准结果中涉及到的天线（如天线 1 和天线 2）可以用于接收信号以及发送信号，本申请中，终端的发送天线数量等于空间流数量，接收天线数量可以等于实际接收通道数量。发送天线可以发送信号，接收天线可以接收信号。

本申请实施例中所定义的射频通道之间的时延差和/或相位差，实际上可以看作是相对于参考天线（如天线 1）对应的射频通道的时延差和/或相位差。示例性的，以终端包括天线 1 和天线 2 为例，参考天线可以为天线 1 或天线 2，以参考天线为天线 1 为例，射频通道的互易性校准结果可以包括：天线 2 对应的射频通道与天线 1 对应的射频通道之间的时延差和/或相位差。具体的，射频通道的互易性校准结果可以包

括：天线 2 对应的接收通道与天线 1 对应的接收通道之间的时延差和/或相位差，以及天线 2 对应的发送通道与天线 1 对应的发送通道之间的时延差和/或相位差。

示例性的，以终端包括天线 1、天线 2，以及天线 3 为例，参考天线可以为天线 1 或天线 2 或天线 3，以参考天线为天线 1 为例，射频通道的互易性校准结果可以包括：天线 2 对应的射频通道与天线 1 对应的射频通道之间的时延差和/或相位差，以及天线 3 对应的射频通道与天线 1 对应的射频通道之间的时延差和/或相位差。具体的，射频通道的互易性校准结果可以包括：天线 2 对应的接收通道与天线 1 对应的接收通道之间的时延差和/或相位差，天线 3 对应的接收通道与天线 1 对应的接收通道之间的时延差和/或相位差，以及，天线 2 对应的发送通道与天线 1 对应的发送通道之间的时延差和/或相位差，天线 3 对应的发送通道与天线 1 对应的发送通道之间的时延差和/或相位差。

应理解，下述实施例中以终端包括天线 1 和天线 2 为例进行说明，终端包括更多天线也可以适用本申请中的方案。其中，本领域的技术人员基于相同的构思，在本文实施例的基础上做出简单的变换，便可以使用本申请中的方案，本文不做赘述。

示例性的，以终端包括天线 1 和天线 2 为例，射频通道的互易性校准结果A可以如下公式 2 所示：

$$A = \left((\theta_{r,2} + 2\pi f \tau_{r,2}) - (\theta_{r,1} + 2\pi f \tau_{r,1}) \right) - \left((\theta_{t,2} + 2\pi f \tau_{t,2}) - (\theta_{t,1} + 2\pi f \tau_{t,1}) \right) \quad \text{公式 2}$$

其中， $\theta_{r,2}$ 表示终端的天线 2 对应的接收通道的初始相位值， $\theta_{r,1}$ 表示终端的天线 1 对应的接收通道的初始相位值， $\theta_{t,2}$ 表示终端的天线 2 对应的发送通道的初始相位值， $\theta_{t,1}$ 表示终端的天线 1 对应的发送通道的初始相位值， $\tau_{r,2}$ 表示终端的天线 2 对应的接收通道的时延， $\tau_{r,1}$ 表示终端的天线 1 对应的接收通道的时延， $\tau_{t,2}$ 表示终端的天线 2 对应的发送通道的时延， $\tau_{t,1}$ 表示终端的天线 1 对应的发送通道的时延。

以参考天线为天线 1 为例，当终端包括更多天线时，可以参照公式 2，其他天线对应的射频通道与天线 1 对应的射频通道之间的时延差和/或相位差也可以相应得到。

应理解，本申请中的 θ 、 ϕ 仅为表征对应的参数，不对限制应用于终端或网络设备，可以参照公式下面的描述确定 θ 、 ϕ 的含义。

在一些实施例中，参照图 7，终端在与网络设备建立连接之后，终端可以周期性地对终端的射频通道进行互易性校准。一次射频通道的互易性校准结果可以稳定在数十分钟左右，以网络设备周期性地向终端发送第一参考信号为例，这个周期通常在 10 ms 的量级，因此下行信道的测量周期要远远小于射频通道的互易性校准的周期。也就是说，终端对射频通道进行一次互易性校准之后，终端可以进行至少一次下行信道的探测，也即网络设备可以周期性地向终端发送至少一次第一参考信号。其中，终端响应于每个第一参考信号，可以对下行信道进行一次测量，得到一个第一下行 CSI。另，针对第一下行 CSI，终端可以根据该次射频通道的互易性校准结果，对第一下行 CSI 进行反向计算，得到第一上行 CSI。

下面对终端根据射频通道的互易性校准结果，对第一下行 CSI 进行反向计算得到第一上行 CSI 的过程进行说明：

以 2×2 MIMO 通信系统为例，第一下行 CSI 可以表示为矩阵形式，如下公式 3 所示：

$$H_{DL} = e^{j(2\pi f \tau_{d, sync})} \begin{bmatrix} e^{j(\phi_{r,1} + 2\pi f \tau_{sta}^{r,1})} & 0 \\ 0 & e^{j(\phi_{r,2} + 2\pi f \tau_{sta}^{r,2})} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11}(f) & h_{12}(f) \\ h_{21}(f) & h_{22}(f) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e^{j(\theta_{t,1} + 2\pi f \tau_{ap}^{t,1})} & 0 \\ 0 & e^{j(\theta_{t,2} + 2\pi f \tau_{ap}^{t,2})} \end{bmatrix} \quad \text{公式 3}$$

其中， $\tau_{d, sync}$ 表示网络设备和终端之间下行信道的同步时延， d 表示下行信道。 $\phi_{r,1}$ 表示终端的天线 1 对应的接收通道的初始相位值， $\phi_{r,2}$ 表示终端的天线 2 对应的接收通道的初始相位值。 $\tau_{sta}^{r,1}$ 表示终端的天线 1 对应的接收通道的时延， $\tau_{sta}^{r,2}$ 表示终端的天线 2 对应的接收通道的时延。 $\theta_{t,1}$ 表示网络设备的天线 1 对应的发送通道的初始相位值， $\theta_{t,2}$ 表示网络设备的天线 2 对应的发送通道的初始相位值。 $\tau_{ap}^{t,1}$ 表示网络设备的天线 1 对应的发送通道的时延， $\tau_{ap}^{t,2}$ 表示网络设备的天线 2 对应的发送通道的时延。 $h_{11}(f)$ 表示子信道 1 的信道传输系数， $h_{12}(f)$ 表示子信道 2 的信道传输系数， $h_{21}(f)$ 表示子信道 3 的信道传输系数， $h_{22}(f)$ 表示子信道 4 的信道传输系数。

需要说明的是，由于上行信道与下行信道在数学表达上存在转置的处理，所以公式 3 的

$\begin{bmatrix} h_{11}(f) & h_{12}(f) \\ h_{21}(f) & h_{22}(f) \end{bmatrix}$ 中, 在对角元素上存在着位置的变化。

同理的, 上行 CSI 也可以采用矩阵形式表示, 如下公式 4 所示:

$$H_{UL} = e^{j(2\pi f \tau_{u, sync})} \begin{bmatrix} e^{j(\theta_{r,1} + 2\pi f \tau_{ap}^{r,1})} & 0 \\ 0 & e^{j(\theta_{r,2} + 2\pi f \tau_{ap}^{r,2})} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11}(f) & h_{21}(f) \\ h_{12}(f) & h_{22}(f) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e^{j(\phi_{t,1} + 2\pi f \tau_{sta}^{t,1})} & 0 \\ 0 & e^{j(\phi_{t,2} + 2\pi f \tau_{sta}^{t,2})} \end{bmatrix} \quad \text{公式 4}$$

其中, $\tau_{u, sync}$ 表示网络设备和终端之间上行信道的同步时延, u 表示上行信道。 $\theta_{r,1}$ 表示网络设备的天线 1 对应的接收通道的初始相位值, $\theta_{r,2}$ 表示网络设备的天线 2 对应的接收通道的初始相位值。 $\tau_{ap}^{r,1}$ 表示网络设备的天线 1 对应的接收通道的时延, $\tau_{ap}^{r,2}$ 表示网络设备的天线 2 对应的接收通道的时延。 $\phi_{t,1}$ 表示终端的天线 1 对应的发送通道的初始相位值, $\phi_{t,2}$ 表示终端的天线 2 对应的发送通道的初始相位值。 $\tau_{sta}^{t,1}$ 表示终端的天线 1 对应的发送通道的时延, $\tau_{sta}^{t,2}$ 表示终端的天线 2 对应的发送通道的时延。

由于 $e^{j(2\pi f \tau_{d, sync})}$, 以及初始相位值的公共部分不影响信道状态信息的反向计算, 此处为了方便表述, 先对 H_{DL} 进行简化处理, 得到 H_{DL}^T , 如下公式 5 所示:

$$H_{DL}^T = e^{j(2\pi f \tau_{d, sync})} \begin{bmatrix} e^{j(\theta_{t,1} + 2\pi f \tau_{ap}^{t,1})} & 0 \\ 0 & e^{j(\theta_{t,2} + 2\pi f \tau_{ap}^{t,2})} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11}(f) & h_{21}(f) \\ h_{12}(f) & h_{22}(f) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e^{j(\phi_{r,1} + 2\pi f \tau_{sta}^{r,1})} & 0 \\ 0 & e^{j(\phi_{r,2} + 2\pi f \tau_{sta}^{r,2})} \end{bmatrix} \quad \text{公式 5}$$

根据射频通道的互易性校准结果, 对 H_{DL}^T 进行互易性补偿处理可以得到第一上行 CSI, 表示为 $\tilde{H}_{UL}$, 具体可以参照如下公式 6:

$$\begin{aligned} \tilde{H}_{UL} &= U_{\theta} H_{DL}^T U_{\phi} \\ &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j((\theta_{r,2} + 2\pi f \tau_{ap}^{r,2}) - (\theta_{r,1} + 2\pi f \tau_{ap}^{r,1})) - ((\theta_{t,2} + 2\pi f \tau_{ap}^{t,2}) - (\theta_{t,1} + 2\pi f \tau_{ap}^{t,1}))} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e^{j(\theta_{t,1} + 2\pi f \tau_{ap}^{t,1})} & 0 \\ 0 & e^{j(\theta_{t,2} + 2\pi f \tau_{ap}^{t,2})} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11}(f) & h_{21}(f) \\ h_{12}(f) & h_{22}(f) \end{bmatrix} \\ &\quad \begin{bmatrix} e^{j(\phi_{r,1} + 2\pi f \tau_{sta}^{r,1})} & 0 \\ 0 & e^{j(\phi_{r,2} + 2\pi f \tau_{sta}^{r,2})} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{-j((\phi_{r,2} + 2\pi f \tau_{sta}^{r,2}) - (\phi_{r,1} + 2\pi f \tau_{sta}^{r,1})) - ((\phi_{t,2} + 2\pi f \tau_{sta}^{t,2}) - (\phi_{t,1} + 2\pi f \tau_{sta}^{t,1}))} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j((\theta_{r,2} + 2\pi f \tau_{ap}^{r,2}) - (\theta_{r,1} + 2\pi f \tau_{ap}^{r,1}))} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11}(f) & h_{21}(f) \\ h_{12}(f) & h_{22}(f) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j((\phi_{t,2} + 2\pi f \tau_{sta}^{t,2}) - (\phi_{t,1} + 2\pi f \tau_{sta}^{t,1}))} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad \text{公式 6}$$

其中, U_{θ} 表示网络设备的射频通道的互易性校准结果, U_{ϕ} 表示终端的射频通道的互易性校准结果。因为本申请中由终端对下行进行测量, 得到第一下行 CSI, 且由终端基于第一下行 CSI, 反向计算得到第一上行 CSI, 只需用到终端的射频通道的互易性校准结果, 而无需考虑网络设备的射频通道的互易性校准结果, 因此本申请中, 终端可以根据终端的射频通道的互易性校准结果, 对 H_{DL}^T 进行互易性补偿处理可以得到第一上行 CSI, 表示为 $\tilde{H}'_{UL}$, 如下公式 7 所示:

$$\begin{aligned} \tilde{H}'_{UL} &= H_{DL}^T U_{\phi} = \begin{bmatrix} e^{j(\theta_{t,1} + 2\pi f \tau_{ap}^{t,1})} & 0 \\ 0 & e^{j(\theta_{t,2} + 2\pi f \tau_{ap}^{t,2})} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11}(f) & h_{21}(f) \\ h_{12}(f) & h_{22}(f) \end{bmatrix} \\ &\quad \begin{bmatrix} e^{j(\phi_{r,1} + 2\pi f \tau_{sta}^{r,1})} & 0 \\ 0 & e^{j(\phi_{r,2} + 2\pi f \tau_{sta}^{r,2})} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{-j((\phi_{r,2} + 2\pi f \tau_{sta}^{r,2}) - (\phi_{r,1} + 2\pi f \tau_{sta}^{r,1})) - ((\phi_{t,2} + 2\pi f \tau_{sta}^{t,2}) - (\phi_{t,1} + 2\pi f \tau_{sta}^{t,1}))} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} e^{j(\theta_{t,1} + 2\pi f \tau_{ap}^{t,1})} & 0 \\ 0 & e^{j(\theta_{t,2} + 2\pi f \tau_{ap}^{t,2})} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11}(f) & h_{21}(f) \\ h_{12}(f) & h_{22}(f) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j((\phi_{t,2} + 2\pi f \tau_{sta}^{t,2}) - (\phi_{t,1} + 2\pi f \tau_{sta}^{t,1}))} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad \text{公式 7}$$

基于公式 7, 可以得到, 第一上行 CSI ($\tilde{H}'_{UL}$) 与第一参考信号对应的射频通道之间的时延差和/或相位差具有关联关系。其中, 第一参考信号对应的射频通道可以理解终端中接收到第一参考信号的射频通道, 例如终端包括天线 1 和天线 2, 天线 1 和天线 2 均接收到第一参考信号, 则第一参考信号对应的射频通道可以包括天线 1 的射频通道, 以及终端的天线 2 的射频通道。公式 7 中的 $(\phi_{r,2} + 2\pi f \tau_{sta}^{r,2}) - (\phi_{r,1} + 2\pi f \tau_{sta}^{r,1})$ 表示终端的天线 2 的接收通道与天线 1 的接收通道的相位差和时延差, 其中 $\phi_{r,2} - \phi_{r,1}$ 表示终端的天线 2 的接收通道与天线 1 的接收通道的相位差, $2\pi f \tau_{sta}^{r,2} - 2\pi f \tau_{sta}^{r,1}$ 表示终端的天线 2 的接收通道与天线 1 的接收通道的时延差。公式 7 中的 $(\phi_{t,2} + 2\pi f \tau_{sta}^{t,2}) - (\phi_{t,1} + 2\pi f \tau_{sta}^{t,1})$ 表示终端的天线 2 的发送通道与天线 1 的发送通道的相位差和

时延差, 其中 $\phi_{t,2} - \phi_{t,1}$ 表示终端的天线2的发送通道与天线1的发送通道的相位差, $2\pi\tau_{sta}^{t,2} - 2\pi\tau_{sta}^{t,1}$ 表示终端的天线2的发送通道与天线1的发送通道的时延差。

应理解, 公式7中以终端的射频通道的互易性校准结果 U_ϕ 包括: 终端的天线2的接收通道与天线1的接收通道的相位差和时延差, 以及天线2的发送通道与天线1的发送通道的相位差和时延差为例。在一些实施例中, U_ϕ 可以包括终端的天线2的接收通道与天线1的接收通道的相位差和/或时延差, 以及天线2的发送通道与天线1的发送通道的相位差和/或时延差。

换句话说, 第一上行CSI与第一参考信号对应的射频通道之间的时延差和/或相位差具有关联关系。其中, 射频通道之间的时延差和/或相位差可以包括: 终端的接收通道之间的时延差和/或相位差。也就是说, 第一上行CSI与第一参考信号对应的接收通道之间的时延差和/或相位差具有关联关系。第一参考信号对应的接收通道, 可以理解为第一参考信号对应的射频通道中的接收通道。示例性的, 例如终端包括天线1和天线2, 天线1和天线2均接收到第一参考信号, 则第一参考信号对应的射频通道可以包括天线1的射频通道, 以及终端的天线2的射频通道, 第一参考信号对应的接收通道包括天线1的射频通道中的接收通道, 以及天线2的射频通道中的接收通道。第一参考信号对应的发送通道包括天线1的射频通道中的发送通道, 以及天线2的射频通道中的发送通道。

本申请实施例中, 终端在得到第一下行CSI和第一上行CSI后, 可以向网络设备上报第一下行CSI和第一上行CSI。

示例性的, 第一下行CSI和第一上行CSI可以携带在一个消息中。在WLAN系统中, 例如第一下行CSI和第一上行CSI可以携带在压缩波束成形报告中。在一些实施例中, STA可以将第一下行CSI和第一上行CSI封装在压缩波束成形报告中, 其中, 第一上行CSI和第一下行CSI可以写在第一下行CSI所处的资源上, 或者第一上行CSI也可以写在预留资源上。

示例性的, 第一下行CSI和第一上行CSI可以携带在不同消息中。示例性的, 终端可以先向网络设备发送第一下行CSI, 后向网络设备发送第一上行CSI。例如, 终端可以在计算得到第一下行CSI时, 先向网络设备发送第一下行CSI, 且终端在通过对第一下行CSI反向计算得到第一上行CSI时, 终端可以向网络设备发送第一上行CSI。或者, 终端可以在得到第一下行CSI和第一上行CSI后, 终端可以先向网络设备发送第一下行CSI, 再向网络设备发送第一上行CSI, 本申请实施例对此不作限制。以WLAN系统中, STA向AP上报第一下行CSI和第一上行CSI为例, STA可以将第一下行CSI携带在压缩波束成形报告中, 向网络设备发送压缩波束成形报告, STA在发送压缩波束成形报告之后, 可以再向网络设备发送携带有第一上行CSI的消息(或信息)。

应理解, 图6中展示了终端向网络设备上报第一下行CSI和第一上行CSI的步骤。

本申请实施例中, 网络设备向终端发送第一参考信号, 终端可以基于该第一参考信号对下行信道进行测量, 得到第一下行CSI, 终端可以根据终端的射频通道的互易性校准结果, 对第一下行CSI进行反向计算(或互易性补偿), 得到第一上行CSI。本申请实施例无需通过信令交互的方式实现上行信道的测量, 而是基于信道的互易性, 通过对下行CSI进行反向计算得到上行CSI, 可以减少信令开销, 节省空口资源, 也提高上行信道的测量效率。

图6所示的实施例中, 终端具备上报下行CSI和上行CSI的能力。终端具备上报下行CSI和上行CSI的能力可以理解为: 终端在上报下行CSI时携带上报上行CSI, 或者, 终端可以根据下行CSI和终端的射频通道的互易性校准结果, 得到上行CSI, 且终端可以在上报下行CSI时携带上报上行CSI。

在一些实施例中, 终端可以向网络设备上报终端具备上报下行CSI和上行CSI的能力。例如, 终端可以向网络设备发送第二信息, 该第二信息用于指示终端具备上报下行CSI和上行CSI的能力。

在WLAN系统中, 终端接入网络设备(AP)可以包括三个步骤, 该三个步骤分别为: 扫描、认证以及关联。在一些实施例中, 终端可以在关联步骤中, 向网络设备发送第二信息。

目前的WLAN相关协议规定: 在关联过程中, 终端可以向网络设备发送关联请求, 该关联请求中可以包括终端自身的各种参数, 以及根据服务配置选择的各种参数。示例性的, 该关联请求中可以包括终端支持的速率、信道, 以及选择的接入认证和加密算法等等。本申请实施例中, 可以在关联请求中携带第二信息。或者, 可以在关联请求中携带用于指示具备上报CSI和上行CSI的能力的信息, 该关联请求可以看作第二信息。

在一些实施例中, 终端也可以在关联步骤之后, 向网络设备发送第二信息。

同理的，在LTE系统中，终端可以在与网络设备建立连接的过程中，向网络设备发送第二信息。例如，基于目前LTE的协议规定，在一些实施例中，终端可以在向网络设备上报自己的能力信息时，携带第二信息。或者，终端可以在与网络设备建立连接之后，向网络设备发送第二信息。

本申请实施例中，终端与网络设备建立连接的过程中，或者终端接入网络设备之后，因为终端可以向网络设备上报自己的能力信息，因此网络设备可以根据终端上的能力信息，确定终端是否具备上报下行CSI和上行CSI的能力。其中，当终端不具备上报下行CSI和上行CSI的能力时，网络设备可以采用现有协议中上行信道的通信方法，获取上行CSI。当终端具备上报下行CSI和上行CSI的能力时，网络设备和终端可以按照本申请实施例提供的通信方法，获取下行CSI和上行CSI。

在一些实施例中，第二信息还用于指示终端是否支持射频通道的互易性校准。如此，网络设备可以根据第二信息，确定终端是否支持射频通道的互易性校准。其中，当终端支持射频通道的互易性校准时，无需网络设备参与，终端可以完成射频通道的互易性校准，可以参照图9的实施例。当终端不支持射频通道的互易性校准时，终端需要和网络设备进行交互，实现终端对终端的射频通道的互易性校准，可以参照图10的实施例。

无论在LTE系统还是WLAN系统中，网络设备在指示终端进行下行信道的测量时，可以指示终端上报的信息。例如，在LTE系统中，网络设备可以进行上报配置，以便终端可以基于上报配置，确定CSI上报有关的参数。其中，该上报配置可以配置在第一参考信号中。本申请实施例中，终端具备上报下行CSI和上行CSI的能力，网络设备可以在上报配置中配置CSI上报有关的参数，该CSI上报有关的参数用于指示上行CSI和下行CSI。这样，终端可以根据上报配置，确定此次下行信道的测量需要上报上行CSI和下行CSI。

例如，在WLAN系统中，网络设备可以向终端发送NDPA帧，该NDPA帧用于指示终端需要上报的信息。在一些实施例中，该NDPA帧可以看作第一信息，该第一信息用于指示上报下行CSI和上行CSI。示例性的，NDPA帧中的feedback type指示位可以用于指示上报下行CSI和上行CSI。

下面以WLAN系统为例，介绍本申请实施例提供的通信方法。参照图8，本申请实施例提供的通信方法可以包括：

S801，AP广播NDPA帧。

S802，经过SIFS后，AP广播NDP帧。

S803，经过SIFS后，AP广播Trigger帧。

S804，STA向AP上报下行CSI和上行CSI。

其中，STA基于NDPA帧可以确定此次下行信道的测量需要上报上行CSI和下行CSI，STA基于NDP帧可以对下行信道进行测量，得到下行CSI。STA可以根据终端的射频通道的互易性校准结果，对下行CSI进行反向计算，得到上行CSI，可以参照S602中的描述。据此，STA可以向AP上报下行CSI和上行CSI。

如上实施例中介绍了终端基于射频通道的互易性校准结果，对下行CSI进行反向计算得到上行CSI的方法，在一些实施例中，终端可以支持自校准，即终端自己可以对射频通道进行互易性校准，得到终端的射频通道之间的时延差和/或相位差。其中，以终端包括天线1和天线2为例，射频通道之间的时延差和/或相位差包括：天线1的接收通道和天线2的接收通道之间的时延差和/或相位差。

以终端包括2个天线为例，该2个天线分别为天线1和天线2，参照图9，终端可以执行如下步骤对射频通道进行互易性校准：

S901，终端通过天线1的发送通道发送第一信号。

S902，终端通过天线2的接收通道接收第一信号。

S903，终端通过天线2的发送通道发送第二信号。

S904，终端通过天线1的接收通道接收第二信号。

S901-S902和S903-S904没有先后顺序的区分，二者可以同时执行。

S905，终端根据发送的第一信号、接收的第一信号、发送的第二信号，以及接收的第二信号，确定终端的射频通道之间的时延差和/或相位差。

其中，射频通道之间的时延差和/或相位差包括：天线1的接收通道和天线2的接收通道之间的时延差和/或相位差，以及天线1的发送通道和天线2的发送通道之间的时延差和/或相位差。

终端对射频通道进行互易性自校准的过程，可以通过自收发的方式实现获得。其中，天线1对应的发送通道发送的第一信号，经过空间传输被天线2对应的接收通道接收，进而完成了天线1对应的发送通道与天线2对应的接收通道的测量，终端发送的第一信号和接收的第一信号，可以获得如下信息B，见公式8：

$$B = (\theta_{r,2} + 2\pi f\tau_{r,2}) + (\theta_{t,1} + 2\pi f\tau_{t,1}) \quad \text{公式 8}$$

其中, 天线2对应的发送通道发送的第二信号, 经过空间传输被天线1对应的接收通道接收, 进而完成了天线2对应的发送通道与天线1对应的接收通道的测量, 终端发送的第二信号和接收的第二信号, 可以获得如下信息C, 见公式9:

$$C = (\theta_{r,1} + 2\pi f\tau_{r,1}) + (\theta_{t,2} + 2\pi f\tau_{t,2}) \quad \text{公式 9}$$

根据如上公式 8 和公式 9, 终端可以获取射频通道的互易性校准结果A, 如下公式 10 所示:

$$A = B - C \quad \text{公式 10}$$

在一些实施例中, 终端不支持自校准, 终端自己不能对射频通道进行互易性校准, 在该示例中, 终端和网络设备可以交互参考信号, 实现终端对射频通道的互易性校准。参照图10, 该过程可以包括:

S1001, 终端向网络设备发送第二参考信号。

本申请实施例中, 终端可以主动向网络设备发起互易性校准请求。其中, 终端可以向网络设备发送第二参考信号。

第二参考信号为上行参考信号。在一些实施例中, 例如, 上行参考信号例如可以为探测参考信号 (sounding reference signal, SRS)、物理上行控制信道 (physical uplink control channel, PUCCH)-解调参考信号 (de-modulation reference signal, DMRS) (PUCCH-DMRS)、物理上行共享信道 (physical uplink share channel, PUSCH)-解调参考信号 (PUSCH-DMRS)、相位噪声跟踪参考信号 (phase noise tracking reference signal, PTRS)、上行定位信号 (uplink positioning RS) 等等。在一些实施例中, 例如, 上行参考信号例如可以为NDP帧。

S1002, 网络设备向终端发送第二上行CSI, 第二上行CSI是基于第二参考信号得到的。

网络设备接收到第二参考信号, 可以对上行信道进行测量, 得到上行信道的CSI, 可以将该上行信道的CSI称为第二上行CSI, 具体的通信方法可以参照终端根据第一参考信号得到第一下行CSI的相关描述, 或参照已有的协议中的相关规定。

S1003, 网络设备向终端发送第三参考信号。

S1004, 终端基于第三参考信号, 对下行信道进行测量, 得到第二下行CSI。

应理解, S1002和S1003-S1004没有先后顺序的区分, 可以同时执行。

S1004可以参照终端根据第三参考信号得到第二下行CSI的相关描述, 或参照已有的协议中的相关规定。

S1005, 终端根据第二下行CSI和第二上行CSI, 得到终端的射频通道之间的时延差和/或相位差。

以终端包括2个天线为例, 每个天线对应一个射频通道, 射频通道可以包括接收通道和发送通道。下面以终端的天线1对应的射频通道, 以及天线2对应的射频通道为例, 说明终端对天线1对应的射频通道, 以及对天线2对应的射频通道的互易性校准过程:

步骤 1, 计算终端的各天线对应的射频通道之间的相位差, 各天线对应的射频通道之间的相位差包括: 天线 2 的发送通道和天线 1 的发送通道的相位差, 以及天线 2 的接收通道和天线 1 的接收通道的相位差。其中, 终端的各天线对应的射频通道之间的相位差可以表示为如下公式 11 所示:

$$-(\angle(h_{11}^{UL}) - \angle(h_{11}^{DL})) + (\angle(h_{12}^{UL}) - \angle(h_{21}^{DL})) \quad \text{公式 11}$$

其中, $\angle(h_{11}^{UL})$ 表示终端的天线 1 的发送通道, 传播信道 h_{11} 与网络设备接收天线 1 共同形成的相位信息, $\angle(h_{11}^{DL})$ 表示终端的天线 1 的接收通道, 传播信道 h_{11} 与网络设备发送天线 1 共同形成的相位值, $\angle(h_{12}^{UL})$ 表示终端的天线 2 的发送通道, 传播信道 h_{21} 与网络设备接收天线 1 共同形成的初始相位值, $\angle(h_{21}^{DL})$ 表示终端的天线 2 的接收通道, 传播信道 h_{21} 与网络设备发送天线 1 共同形成的初始相位值。 $\angle(h_{11}^{UL}) - \angle(h_{12}^{UL})$ 表示终端的天线 2 的发送通道和天线 1 的发送通道的相位差, $\angle(h_{11}^{DL}) - \angle(h_{21}^{DL})$ 表示终端的天线 2 的接收通道和天线 1 的接收通道的相位差。

由于 $h_{ij}(f)$ 存在上下行的互易性, 则公式 11 可以简化为公式 12, 如下所示:

$$\begin{aligned} A &= ((\phi_{r,1} + 2\pi f\tau_{sta}^{r,1}) - (\theta_{r,1} + 2\pi f\tau_{ap}^{r,1}) + (\theta_{t,1} + 2\pi f\tau_{ap}^{t,1}) - (\phi_{t,1} + 2\pi f\tau_{sta}^{t,1})) \\ &\quad - ((\phi_{r,2} + 2\pi f\tau_{sta}^{r,2}) - (\theta_{r,1} + 2\pi f\tau_{ap}^{r,1}) + (\theta_{t,1} + 2\pi f\tau_{ap}^{t,1}) - (\phi_{t,2} + 2\pi f\tau_{sta}^{t,2})) \\ &= ((\phi_{r,1} + 2\pi f\tau_{sta}^{r,1}) - (\phi_{t,1} + 2\pi f\tau_{sta}^{t,1})) - ((\phi_{r,2} + 2\pi f\tau_{sta}^{r,2}) - (\phi_{t,2} + 2\pi f\tau_{sta}^{t,2})) \\ &= ((\phi_{r,1} + 2\pi f\tau_{sta}^{r,1}) - (\phi_{r,2} + 2\pi f\tau_{sta}^{r,2})) - ((\phi_{t,1} + 2\pi f\tau_{sta}^{t,1}) - (\phi_{t,2} + 2\pi f\tau_{sta}^{t,2})) \end{aligned} \quad \text{公式 12}$$

当一端（如终端）具备完整的上下行CSI，便可以实现射频通道的互易性校准，对于一个宽带系统来讲，全带进行CSI的反馈势必引入信息反馈开销，考虑到收发通道的互易性校准系数与载波f存在线性关系，因此部分载波上的互易性校准系数可以通过另一部分系数通过线性插值的方式获得。

射频通道之间的相位差与频率具有线性关系。通过线性拟合，可以获得终端的射频通道之间的相位差与频率如图11所示：

参照图11，图11中的纵坐标（y轴）为上行射频通道与下行射频通道之间的相位差，每一对上行和下行子信道都能计算出一个上下行射频通道之间的相位差，图11中的横坐标（x轴）为子信道的频率。图11中展示了 h_{11} ， h_{21} ， h_{12} ， h_{22} 的相位。应理解，图11中以 $\angle(h_{11}^{UL}) - \angle(h_{11}^{DL})$ 为例进行说明。

考虑公式11可以变形为如下公式13：

$$\begin{aligned} & -(\angle(h_{11}^{UL}) - \angle(h_{11}^{DL})) + (\angle(h_{12}^{UL}) - \angle(h_{21}^{DL})) \\ & = -(\angle(h_{11}^{UL}) - \angle(h_{12}^{UL})) + (\angle(h_{11}^{DL}) - \angle(h_{21}^{DL})) \end{aligned}$$

公式13

因此在为了帮助对端进行射频通道的互易性校准，网络设备仅需要反馈 $-(\angle(h_{11}^{UL}) - \angle(h_{21}^{UL}))$ 中的部分载波上的相位差异。终端根据这些载波上的相位差异，可以恢复位于这些载波上的通道互易性校准系数。终端可以根据线性插值的方式，完成所有载波上的信道互易性校准系数的计算。其中抽取的反馈载波间隔，可以按照 N_g 为粒度进行反馈。

其中，结合如上公式与图11，可以确定终端的射频通道之间的相位差可以表示为如下公式14所示，以及终端的射频通道之间的时延差可以表示为如下公式15所示：

$$(\theta_{r,2} - \theta_{r,1}) - (\theta_{t,2} - \theta_{t,1}) = b_{21} - b_{11} = b_{22} - b_{12} \quad \text{公式14}$$

$$(\tau_{r,2} - \tau_{r,1}) - (\tau_{t,2} - \tau_{t,1}) = k_{21} - k_{11} = k_{22} - k_{12} \quad \text{公式15}$$

其中，参照图11， h_{11} 对应的射频通道之间的相位差与频率的线性拟合结果的斜率表示为 k_{11} ，与y轴的交点为 b_{11} 。同理的， h_{12} 对应的射频通道之间的相位差与频率的线性拟合结果的斜率表示为 k_{12} ，与y轴的交点为 b_{12} ， h_{21} 对应的射频通道之间的相位差与频率的线性拟合结果的斜率表示为 k_{21} ，与y轴的交点为 b_{21} ，以及 h_{22} 对应的射频通道之间的相位差与频率的线性拟合结果的斜率表示为 k_{22} ，与y轴的交点为 b_{22} 。

因此，结合图11，终端可以实现对终端的射频通道的互易性校准，可以得到终端的射频通道之间的相位差，如公式14所示，以及得到终端的射频通道之间的时延差，如公式15所示。进而，终端可以根据相位差和/或时延差，对第一下行CSI进行反向计算，得到第一上行CSI。

本申请实施例中，支持自校准的终端可以自己实现对射频通道的互易性校准，不支持自校准的终端，可以与网络设备交互参考信号，结合第二上行CSI以及第二下行CSI，实现对射频通道的互易性校准。其中，终端对射频通道进行互易性校准之后，可以执行上述实施例提供的通信方法中的步骤。

参照图12，在终端与网络设备交互参考信号实现射频通道的互易性校准的示例中，终端可以周期性地网络设备发起互易性校准请求，终端和网络设备交互参考信号，以便终端可以结合第二上行CSI和第二下行CSI实现对射频通道的互易性校准。在终端对射频通道进行互易性校准之后，终端可以进行至少一次下行信道的探测，也即网络设备可以周期性地终端发送至少一次第一参考信号。其中，终端响应于每个第一参考信号，可以对下行信道进行一次测量，得到一个第一下行CSI。另，针对第一下行CSI，终端可以根据该次射频通道的互易性校准结果，对第一下行CSI进行反向计算，得到第一上行CSI。终端基于第一CSI和射频通道的互易性校准结果达到第一上行CSI，可以参照S602中的描述。

以上，结合附图对本申请实施例提供的通信方法进行了详细说明。以下，结合附图对本申请实施例提供的装置进行详细说明。

图13至图16为本申请的实施例提供的可能的通信装置的示意性框图。这些通信装置可以用于实现上述方法实施例中终端或网络设备的功能，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，该通信装置可以是上述所述的方法实施例中的终端或网络设备，也可以是配置在终端或网络设备的组件（如芯片、芯片系统、处理器等），还可以是能够实现终端或网络设备的部分或全部功能的逻辑模块或软件。

本申请提供的一个通信装置如图13所示，通信装置1300包括收发单元1310和处理单元1320。

一种可能的设计是，通信装置1300用于实现上述图6、图9，以及图10中所示的方法实施例中终端的功能。

其中，收发单元 1310，用于接收第一参考信号，以及发送第一上行信道状态信息，第一上行信道状态信息是对第一下行信道状态信息进行射频通道互易性补偿得到的，第一下行信道状态信息是基于第一参考信号得到的。

可选的，收发单元 1310，还用于发送第一下行信道状态信息，第一下行信道状态信息和第一上行信道状态信息携带于同一消息中。

可选的，处理单元 1320，用于根据终端的射频通道的互易性校准结果，对第一下行信道状态信息进行射频通道互易性补偿（或反向计算），得到第一上行信道状态信息。

可选的，收发单元 1310，还用于接收第一信息，第一信息用于指示上报下行信道状态信息和上行信道状态信息。

可选的，收发单元 1310，还用于发送第二信息，第二信息用于指示具备上报下行信道状态信息和上行信道状态信息的能力。

可选的，第一上行信道状态信息与第一参考信号对应的射频通道之间的差异信息具有关联关系，差异信息包括时延差和/或相位差。

可选的，终端的射频通道的互易性校准结果包括第一参考信号对应的射频通道之间的时延差和/或相位差。

可选的，处理单元 1320，用于对射频通道进行互易性校准，得到时延差和/或相位差。

可选的，收发单元 1310，还用于发送第二参考信号，以及接收第二上行信道状态信息，第二上行信道状态信息是基于第二参考信号得到的。

收发单元 1310，还用于接收第三参考信号。处理单元 1320，还用于根据第二上行信道状态信息和第二下行信道状态信息，确定时延差和/或相位差，第二下行信道状态信息是基于第三参考信号得到的。

其中，收发单元 1310 可以根据第二上行信道状态信息和第二下行信道状态信息，对第一参考信号对应的射频通道进行互易性校准，确定时延差和/或相位差。

有关上述收发单元 1310 和处理单元 1320 更详细的描述可以直接参考上述方法实施例中相关描述直接得到，这里不加赘述。

另一种可能的设计是，通信装置 1300 用于实现上述图 6 和以及图 10 中所示的方法实施例中网络设备的功能。

收发单元 1310，用于发送第一参考信号，以及接收第一上行信道状态信息，第一上行信道状态信息是对第一下行信道状态信息进行射频通道互易性补偿得到的，第一下行信道状态信息是基于第一参考信号得到的。

可选的，收发单元 1310，还用于接收第一下行信道状态信息，第一下行信道状态信息和第一上行信道状态信息携带于同一消息中。

可选的，收发单元 1310，还用于发送第一信息，第一信息用于指示上报下行信道状态信息和上行信道状态信息。

可选的，收发单元 1310，还用于接收第二信息，第二信息用于指示具备上报下行信道状态信息和上行信道状态信息的能力。

可选的，第一上行信道状态信息与第一参考信号对应的射频通道之间的差异信息具有关联关系，差异信息包括时延差和/或相位差。

可选的，收发单元 1310，还用于接收第二参考信号，以及发送第二上行信道状态信息，第二上行信道状态信息是基于第二参考信号得到的。其中，处理单元 1320，用于根据第二参考信号，对上行信道进行测量，得到第二上行信道状态信息。

收发单元 1310，还用于发送第三参考信号，第三参考信号用于确定第二下行信道状态信息，时延差和/或相位差是基于第二上行信道状态信息和第二下行信道状态信息得到的。换句话说，第二上行信道状态信息和第二下行信道状态信息，用于终端对第一参考信号对应的射频通道进行互易性校准，得到第一参考信号对应的射频通道之间的时延差和/或相位差。

有关上述收发单元 1310 和处理单元 1320 更详细的描述可以直接参考上述方法实施例中相关描述直接得到，这里不加赘述。

需要说明的是，收发单元也可以称为收发模块、收发器、收发机、或收发装置等。处理单元也可以称为处理器，处理单板，处理模块、或处理装置等。可选地，收发单元用于执行上述方法中终端或网络设备侧的发送操作和接收操作，可以将通信模块中用于实现接收功能的器件视为接收单元，将通信模块中用于

实现发送功能的器件视为发送单元，即，收发单元包括接收单元和发送单元。

还需要说明的是，在一种可能的设计中，前述收发单元和/或处理单元可通过虚拟模块实现，例如处理单元可通过软件功能单元或虚拟装置实现，收发单元可以通过软件功能或虚拟装置实现。在另一种可能的设计中，处理单元或收发单元也可以通过实体装置实现，例如若该装置采用芯片/芯片电路实现，所述收发单元可以是输入输出电路和/或通信接口，执行输入操作（对应前述接收操作）、输出操作（对应前述发送操作）；处理单元为集成的处理器或者微处理器或者集成电路。

本申请实施例中对单元的划分是示意性的，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。另外，在本申请实施例各个示例中的各功能模块可以集成在一个处理器中，也可以是单独物理存在，也可以两个或两个以上模块集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。

本申请提供的另一通信装置如图 14 所示，通信装置 1400 包括处理器 1410。该处理器 1410 可用于执行存储器中的计算机程序或指令，以实现上述方法实施例中终端执行的步骤或网络设备执行的步骤。

可选地，该装置 1400 还包括通信接口 1420。处理器 1410 和通信接口 1420 之间相互耦合。可以理解的是，通信接口 1420 可以为收发器或输入输出接口。

可选地，通信装置 1400 还可以包括存储器 1430，用于存储处理器 1410 执行的指令或存储处理器 1410 运行指令所需要的输入数据或存储处理器 1410 运行指令后产生的数据。

当通信装置 1400 用于实现上述实施例中的方法时，处理器 1410 用于执行上述处理单元的功能，通信接口 1420 用于执行上述接收单元和/或发送单元的功能。通信接口 1420 用于发送还是接收，具体可以视该通信装置 1400 执行的方案中用于执行发送动作还是接收动作。

当上述通信装置 1400 为应用于终端的芯片时，该芯片实现上述方法实施例中终端的功能。该终端的芯片从终端中的其它模块（如射频模块或天线）接收信号，该信号可以是网络设备发送给终端的；或者，该终端的芯片向终端中的其它模块（如射频模块或天线）发送信号，该信号可以是终端发送给网络设备的。

当上述通信装置 1400 为应用于网络设备的芯片时，该芯片实现上述方法实施例中网络设备的功能。该网络设备的芯片从网络设备中的其它模块（如射频模块或天线）接收信号，该信号可以是终端发送给网络设备的；或者，该网络设备芯片向网络设备中的其它模块（如射频模块或天线）发送信号，该信号可以是网络设备发送给终端的。

可以理解的是，该通信装置 1400 为终端或网络设备时，通信接口 1420 可以为收发器，具体可包括发射器和接收器，发射器用于发送信号，接收器用于接收信号。该通信装置 1400 为应用于终端或网络设备的芯片时，通信接口 1420 可以为输入输出电路、总线、模块、管脚或其它类型的通信接口，其中，输入输出电路中的输入电路可用于接收，输出接口可用于发送。

应理解，图 14 所示的通信装置 1400 中，处理器 1410 可对应于上文通信装置 1100 中的处理单元 1110，通信接口 1420 可对应于上文通信装置 1100 中的收发单元 1140。

还应理解，本申请实施例中的耦合是装置、单元或模块之间的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式，用于装置、单元或模块之间的信息交互。处理器 1410 可能和、存储器 1430 协同操作。本申请实施例中不限定上述处理器 1410、通信接口 1420 以及存储器 1430 之间的具体连接介质。

可选地，所述处理器 1410、所述通信接口 1420 以及所述存储器 1430 之间通过总线相互连接。所述总线可以是外设部件互连标准（peripheral component interconnect，PCI）总线或扩展工业标准结构（extended industry standard architecture，EISA）总线等。所述总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。

图 15 为本申请实施例提供的终端的结构示意图。如图 15 所示，该终端 1500 可执行上述方法实施例中终端的功能。如图所示，该终端 1500 包括处理器 1501 和收发器 1502。可选地，该终端 1500 还包括存储器 1503。其中，处理器 1501、收发器 1502 和存储器 1503 之间可以通过内部连接通路互相通信，传递控制和/或数据信号，该存储器 1503 用于存储计算机程序，该处理器 1501 用于从该存储器 1503 中调用并运行该计算机程序，以控制该收发器 1502 收发信号。可选地，终端 1500 还可以包括天线 1504，用于将收发器 1502 输出的上行数据或上行控制信令通过无线信号发送出去。

上述处理器 1501 可以和存储器 1503 可以合成一个处理装置，处理器 1501 用于执行存储器 1503 中存储的程序代码来实现上述功能。具体实现时，该存储器 1503 也可以集成在处理器 1501 中，或者独立于处理器 1501。该处理器 1501 可以与图 11 中的处理单元或图 12 中的处理器对应。

上述收发器 1502 可以与图 11 中的收发单元或图 12 中的通信接口对应，也可以称为收发单元。收发器 1502 可以包括接收器（或称接收机、接收电路）和发射器（或称发射机、发射电路）。其中，接收器用

于接收信号，发射器用于发射信号。

应理解，图 15 所示的终端 1500 能够实现上述方法实施例中涉及终端的各个过程。终端 1500 中的各个模块的操作和/或功能，分别为了实现上述方法实施例中的相应流程。具体可参见上述方法实施例中的描述，为避免重复，此处适当省略详细描述。

上述处理器 1501 可以用于执行前面方法实施例中描述的由终端内部实现的动作，而收发器 1502 可以用于执行前面方法实施例中描述的终端向网络设备发送或从网络设备接收的动作。具体请见前面方法实施例中的描述，此处不再赘述。

可选地，上述终端 1500 还可以包括电源 1505，用于给终端中的各种器件或电路提供电源。在本申请实施例中，该电源 1505 和天线 1504 之间可连接有整流器。电磁波信号在被天线 1504 接收到并转换为交流电信号后，可进一步通过整流器转换为直流电信号，进而输出至电源 1505。

除此之外，为了使得终端的功能更加完善，该终端 1500 还可以包括输入单元 1506、显示单元 1507、音频电路 1508、摄像头 1509 和传感器 1510 等中的一个或多个，所述音频电路还可以包括扬声器 1508a、麦克风 1508b 等。

图 16 为本申请实施例提供的网络设备的结构示意图。图 16 所示的网络设备 1600 可执行上述方法实施例中网络设备的功能。如图所示，该基站 1600 可包括如下一项或多项：一个或多个天线 1610、至少一个处理器 1611 和至少一个存储器 1612。

处理器 1611，可以用于执行上述方法实施例中网络设备执行的步骤，实现本申请实施例的通信方法。

应理解，图 16 所示的网络设备 1600 能够实现上述方法实施例中涉及网络设备的各个过程。网络设备 1600 中的各个模块的操作和/或功能，分别为了实现上述方法实施例中的相应流程。具体可参见上述方法实施例中的描述，为避免重复，此处适当省略详细描述。

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（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。通过示例性但不是限制性说明，许多形式的 RAM 可用，例如静态随机存取存储器（static RAM，SRAM）、动态随机存取存储器（dynamic RAM，DRAM）、同步动态随机存取存储器（synchronous DRAM，SDRAM）、双倍数据速率同步动态随机存取存储器（double data rate SDRAM，DDR SDRAM）、增强型同步动态随机存取存储器（enhanced SDRAM，ESDRAM）、同步连接动态随机存取存储器（synchlink DRAM，SLDRAM）和直接内存总线随机存取存储器（direct rambus RAM，DR RAM）。应注意，本文描述的系统和方法的存储器旨在包括但不限于这些和任意其它适合类型的存储器。

本申请还提供一种通信系统，该通信系统包括前述的网络设备和终端。

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（也可以称为代码，或指令），当该计算机程序被运行时，使得计算机执行如上述方法实施例中终端执行的方法或网络设备执行的方法。

本申请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有计算机程序（也可以称为代码，或指令）。当该计算机程序被运行时，使得计算机执行如上述方法实施例中终端执行的方法或网络设备执行的方法。

本说明书中使用的术语“单元”、“模块”等，可用于表示计算机相关的实体、硬件、固件、硬件和软件的组合、软件、或执行中的软件。

本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各种说明性逻辑块（illustrative logical block）和步骤（step），能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的装置、设备和方法，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，该单元的划分，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。

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

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

在上述实施例中，各功能单元的功能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。该计算机程序产品包括一个或多个计算机指令（程序）。在计算机上加载和执行该计算机程序指令（程序）时，全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。该计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。该计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输，例如，该计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线（例如同轴电缆、光纤、数字用户线（digital subscriber line, DSL））或无线（例如红外、无线、微波等）方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。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。该可用介质可以是磁性介质，（例如，软盘、硬盘、磁带）、光介质（例如，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 disk, SSD））等。

该功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本申请各个实施例方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

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

- 1.一种通信方法,其特征在于,应用于终端,所述方法包括:
接收第一参考信号;
发送第一上行信道状态信息,所述第一上行信道状态信息是对第一下行信道状态信息进行射频通道互易性补偿得到的,所述第一下行信道状态信息是基于所述第一参考信号得到的。
- 2.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
发送所述第一下行信道状态信息,所述第一下行信道状态信息和所述第一上行信道状态信息携带于同一消息中。
- 3.根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述接收第一参考信号之前,还包括:
接收第一信息,所述第一信息用于指示上报下行信道状态信息和上行信道状态信息。
- 4.根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
发送第二信息,所述第二信息用于指示具备上报下行信道状态信息和上行信道状态信息的能力。
- 5.根据权利要求1-4中任一项所述的方法,其特征在于,所述第一上行信道状态信息与所述第一参考信号对应的射频通道之间的差异信息具有关联关系,所述差异信息包括时延差和/或相位差。
- 6.根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
对所述射频通道进行互易性校准,得到所述时延差和/或所述相位差。
- 7.根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
发送第二参考信号;
接收第二上行信道状态信息,所述第二上行信道状态信息是基于所述第二参考信号得到的;
接收第三参考信号;
根据所述第二上行信道状态信息和第二下行信道状态信息,确定所述时延差和/或所述相位差,所述第二下行信道状态信息是基于所述第三参考信号得到的。
- 8.一种通信方法,其特征在于,应用于网络设备,所述方法包括:
发送第一参考信号;
接收第一上行信道状态信息,所述第一上行信道状态信息是对第一下行信道状态信息进行射频通道互易性补偿得到的,所述第一下行信道状态信息是基于所述第一参考信号得到的。
- 9.根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
接收所述第一下行信道状态信息,所述第一下行信道状态信息和所述第一上行信道状态信息携带于同一消息中。
- 10.根据权利要求8或9所述的方法,其特征在于,所述发送第一参考信号之前,还包括:
发送第一信息,所述第一信息用于指示上报下行信道状态信息和上行信道状态信息。
- 11.根据权利要求8-10中任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
接收第二信息,所述第二信息用于指示具备上报下行信道状态信息和上行信道状态信息的能力。
- 12.根据权利要求8-11中任一项所述的方法,其特征在于,所述第一上行信道状态信息与所述第一参考信号对应的射频通道之间的差异信息具有关联关系,所述差异信息包括时延差和/或相位差。
- 13.根据权利要求12所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
接收第二参考信号;
发送第二上行信道状态信息,所述第二上行信道状态信息是基于所述第二参考信号得到的;
发送第三参考信号,所述第三参考信号用于确定第二下行信道状态信息,所述时延差和/或相位差是基于所述第二上行信道状态信息和所述第二下行信道状态信息得到的。
- 14.一种通信装置,其特征在于,包括处理器和通信接口,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1-7中任一项所述的方法,或,用于实现如权利要求8-13中任一项所述的方法。
- 15.一种通信系统,其特征在于,包括用于实现如权利要求1-7中任一项所述的方法的通信装置,以及用于实现如权利要求8-13中任一项所述的方法的通信装置。
- 16.一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时,使得如权利要求1-7中任一项所述的方法被执行,或,使得如权利要求8-13中任一项所述的方法被执行。