

## 说明书

## 通信方法和通信装置

本申请要求于 2023 年 8 月 31 日提交中国专利局、申请号为 202311129377.2、申请名称为“通信方法和通信装置”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

本申请涉及通信技术的领域，并且更具体地，涉及一种通信方法和通信装置。

## 背景技术

无线局域网(wireless local area network, WLAN)发展至今，802.11 是当前主流的无线接入标准之一，802.11 标准包括 7 吉赫兹(Gigahertz, GHz)以下的标准：如 802.11a/b/g、802.11n、802.11ac、802.11ax、802.11be、802.11bn 等；还包括高频标准（如，45GHz 及以上的标准）：如运行在 60 GHz 附近的 802.11ad、802.11ay 标准以及后续可能形成的集成毫米波(Integrated mmWave 标准)等。

在高频通信中，由于信道损耗大，一般两个设备通信时至少有一个设备采用定向(directional)通信。在采取定向波束传输（如，定向发送和/或定向接收）的情况下，可以通过扇区级扫描(sector-level sweep, SLS)进行波束训练，目前波束训练过程中两个设备可以通过提前协商的参数进行波束训练，例如，两个设备（设备#1 和设备#2）将提前告知自己的发送物理层协议数据单元(physical protocol data unit, PPDU)数目，如 x 和 y，则设备#1 将发送 x 个 PPDU，设备#2 将发送 y 个 PPDU，并完成较好波束的反馈。对于设备#1 和/或设备#2 来说，在 PPDU 发送过程中，即使已经训练到较好的接收波束，发送 PPDU 的过程也无法停止，导致波束的训练效率较低。

因此，如何提高波束训练效率，成为亟待解决的问题。

## 发明内容

本申请提供一种通信方法，以期提高波束训练效率。

第一方面，提供了一种通信方法，该方法可以由第一站点执行，或者，也可以由第一站点的组成部件（例如芯片或者电路）执行，对此不作限定。为了便于描述，下文中以第一站点执行为例进行说明。

该通信方法包括：第一站点确定通过第一通信链路向第二站点发送多个第一物理层协议数据单元 PPDU，所述多个第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；所述第一站点通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU；所述第一站点通过第二通信链路接收来自所述第二站点的第一停止帧，所述第一停止帧用于指示所述第一站点停止通过所述第一通信链路发送所述多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU；其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

基于上述技术方案，两个多链路设备（如，第一站点和第二站点）建立通信连接之后（如，第一站点和第二站点之间建立有第一通信链路和第二通信链路），第一站点和第二站点之间可以进行波束训练，以获得较好的波束进行信息传输。具体地，该技术方案中，第一站点和第二站点之间进行波束训练包括：第一站点确定通过第一通信链路向第二站点发送用于波束训练（如，用于训练第一站点的发送波束和/或第二站点的接收波束）的多个第一 PPDU。在第一站点通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU，还有剩余的部分第一 PPDU 未发送的情况下，第一站点通过第二通信链路接收到来自第二站点的第一停止帧，该第一停止帧指示第一站点停止通过第一通信链路发送所述多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU，即在该技术方案中参与波束训练的站点可以通过停止帧主动停止波束训练过程中 PPDU 的发送，提高波束训练的效率。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第一站点确定通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的多个第二 PPDU，所述多个第二 PPDU 用于训练所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束；所述第一站点响应于所述第一停止帧，取消接收所述多个第二 PPDU。

基于上述技术方案，第一站点和第二站点之间进行波束训练还包括：第一站点确定通过第一通信链

路接收来自第二站点的用于波束训练（如，用于训练第二站点的发送波束和/或第一站点的接收波束）的多个第二 PPDU。该技术方案中，第一站点在接收到第一停止帧之后，除了停止发送第一 PPDU 之外，还可以取消接收第二 PPDU，即第一停止帧不仅可以指示停止第一站点的第一 PPDU 发送，还可以指示取消第二站点的第二 PPDU 发送，进一步地提高了波束训练的效率。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第一站点确定通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的多个第二 PPDU，所述多个第二 PPDU 用于训练所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束；在所述第一站点通过所述第二通信链路接收来自所述第二站点的第一停止帧之后，所述方法还包括：所述第一站点通过所述第一通信链路接收所述多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU。

基于上述技术方案，第一站点和第二站点之间进行波束训练还包括：第一站点确定通过第一通信链路接收来自第二站点的用于波束训练（如，用于训练第二站点的发送波束和第一站点的接收波束）的多个第二 PPDU。该技术方案中，第一站点在接收到第一停止帧之后，响应于该第一停止帧停止发送未发送的第一 PPDU，但是仍然可以通过第一通信链路接收来自第二站点的用于波束训练的第二 PPDU，从而第一站点可以根据接收到的第二 PPDU 进行波束训练，在保障波束训练准确性的前提下，提高波束训练效率。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第一站点确定通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的多个第二 PPDU，所述多个第二 PPDU 用于训练所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束；在所述第一站点通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU 之前，所述方法还包括：所述第一站点通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的所述多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU。

基于上述技术方案，第一站点和第二站点之间进行波束训练还包括：第一站点确定通过第一通信链路接收来自第二站点的用于波束训练（如，用于训练第二站点的发送波束和第一站点的接收波束）的多个第二 PPDU。该技术方案中，第一站点可以是波束训练的响应端设备，即第一站点在发送第一 PPDU 之前，接收到来自第二站点的至少一个第二 PPDU。该技术方案中不限定第一站点和第二站点在波束训练过程中所扮演的角色，可以适用于不同的应用场景。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述第一站点通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的所述多个第二 PPDU 中的部分第二 PPDU，所述方法还包括：所述第一站点通过所述第二通信链路向所述第二站点发送第二停止帧，所述第二停止帧用于指示所述第二站点停止通过所述第二通信链路发送所述多个第二 PPDU 中未发送的 PPDU。

基于上述技术方案，第一站点可以通过第二停止帧，指示第二站点停止发送未发送的第二 PPDU，从而可以进一步地提高波束训练的效率。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，在所述第一站点通过所述第二通信链路向所述第二站点发送所述第二停止帧之前，所述方法还包括：所述第一站点根据接收到的所述部分第二 PPDU 进行波束训练；所述第一站点确定满足预设条件的所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第一站点根据第一映射表和接收到的所述第二 PPDU 的发送波束信息确定所述第一站点的接收波束，其中，所述第一映射表中包括所述第二 PPDU 的发送波束信息和所述第一站点的接收波束的信息之间映射关系。

基于上述技术方案，第一站点在进行波束训练的过程中，可以参考本地保存的第一映射表快速确定相匹配的接收波束，有助于满足预设条件的波束的快速确定，提高波束训练的效率。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，在所述第一站点通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的所述多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU 之前，所述方法还包括：所述第一站点通过所述第二通信链路接收来自所述第二站点的第一信息，所述第一信息包括用于发送所述多个第二 PPDU 的多个发送波束的信息。

基于上述技术方案，第一站点和第二站点进行波束训练之前，可以通过第二通信链路协商波束训练过程中发送 PPDU 的波束信息，以期接收端可以根据发送 PPDU 的波束的信息进行 PPDU 接收，提高接收端的接收效率，从而提高波束训练的效率。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述第一信息包括以下信息中的至少一项：发送所述第二 PPDU 的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量标识。

基于上述技术方案，发送 PPDU 的波束的信息可以通过不同的形式体现，提高方案的灵活性。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述第二 PPDU 中包括第一训练字段，所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束进行发送；或者，所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束之外的其他波束发送。

基于上述技术方案，发送的 PPDU 可以包括训练字段，以期通过一个 PPDU 完成多个波束的训练，提高波束训练的效率。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第一站点通过所述第二通信链路接收来自所述第二站点的第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束发送的次数，或所述第一指示信息用于指示发送所述第一训练字段的波束。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，在所述第一站点通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分 PPDU 之前，所述方法还包括：所述第一站点通过所述第二通信链路向所述第二站点发送第二信息，所述第二信息包括用于发送所述多个第一 PPDU 的多个发送波束的信息。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述第二信息包括以下信息中的至少一项：发送所述第一 PPDU 的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量标识。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述第一 PPDU 中包括第二训练字段，所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束进行发送；或者，所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束之外的其他波束发送。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第一站点通过所述第二通信链路向所述第二站点发送第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束发送的次数，或所述第二指示信息用于指示发送所述第二训练字段的波束。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，在所述第一站点通过所述第二通信链路接收来自所述第二站点的第一停止帧之后，所述方法还包括：所述第一站点响应于所述第一停止帧，在第一时长之后停止发送所述多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述第一停止帧中包括第一站点的至少一个发送波束的信息和/或第二站点的至少一个接收波束的信息，所述第一站点的至少一个发送波束和所述第二站点的至少一个接收波束相匹配。

基于上述技术方案，停止帧中可以携带波束信息，即无需通过额外的信令传输波束信息，降低信令开销。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述第一停止帧中还包括所述第一站点的至少一个发送波束的质量信息和/或所述第二站点的至少一个接收波束的质量信息。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，在所述第一站点确定通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 之前，所述方法还包括：所述第一站点确定所述第一站点和第二站点之间所述第一通信链路运行的频段上用于传输信息的波束失效。

该波束训练的方案可以应用在波束恢复的场景下，提高波束恢复的效率。

第二方面，提供了一种通信方法，该方法可以由第二站点执行，或者，也可以由第二站点的组成部件（例如芯片或者电路）执行，对此不作限定。为了便于描述，下文中以第二站点执行为例进行说明。

该通信方法包括：第二站点确定通过第一通信链路接收来自第一站点的多个第一物理层协议数据单元 PPDU，所述多个第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；所述第二站点通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU；所述第二站点通过第二通信链路向所述第一站点发送第一停止帧，所述第一停止帧用于指示所述第一站点停止通过所述第一通信链路发送所述多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU；其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，在所述第二站点通过第二通信链路向所述第一站点发送第一停止帧之前，所述方法还包括：所述第二站点根据所述部分第一 PPDU 进行波束训练；所述第二站点确定满足预设条件的所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第二站点确定通过所述第一通信链路向所述第一站点发送多个第二 PPDU，所述多个第二 PPDU 用于训练所述第二站点的发送波束和

/或所述第一站点的接收波束；所述第二站点根据所述第一停止帧，取消发送所述多个第二 PPDU。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第二站点确定通过所述第一通信链路向所述第一站点发送多个第二 PPDU，所述多个第二 PPDU 用于训练所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束；在所述第二站点通过第二通信链路向所述第一站点发送第一停止帧之后，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第一通信链路向所述第一站点发送所述多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第二站点确定通过所述第一通信链路向所述第一站点发送多个第二 PPDU，所述多个第二 PPDU 用于训练所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束；在所述第二站点通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU 之前，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第一通信链路向所述第一站点发送所述多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述第二站点通过所述第一通信链路向所述第一站点发送所述多个第二 PPDU 中的部分第二 PPDU，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第二通信链路接收来自所述第一站点的第二停止帧，所述第二停止帧用于指示所述第二站点停止通过所述第二通信链路发送所述多个第二 PPDU 中未发送的 PPDU。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，在所述第二站点通过所述第二通信链路接收来自所述第一站点的第二停止帧之后，所述方法还包括：所述第二站点响应于所述第二停止帧，在第二时长之后停止发送所述多个第二 PPDU 中未发送的 PPDU。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第二站点根据第二映射表和接收到的所述第一 PPDU 的发送波束信息确定所述第二站点的接收波束，其中，所述第二映射表中包括所述第一 PPDU 的发送波束信息和所述第二站点的接收波束的信息之间映射关系。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，在所述第二站点通过所述第一通信链路向所述第一站点发送所述多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU 之前，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第二通信链路向所述第一站点发送第一信息，所述第一信息包括用于发送所述多个第二 PPDU 的多个发送波束的信息。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述第一信息包括以下信息中的至少一项：发送所述第二 PPDU 的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量标识。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述第二 PPDU 中包括第一训练字段，所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束进行发送；或者，所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束之外的其他波束发送。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第二通信链路向所述第一站点发送第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束发送的次数，或所述第一指示信息用于指示发送所述第一训练字段的波束。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，在所述第二站点通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU 之前，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第二通信链路接收来自所述第一站点的第二信息，所述第二信息包括用于发送所述多个第一 PPDU 的多个发送波束的信息。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述第二信息包括以下信息中的至少一项：发送所述第一 PPDU 的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量标识。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述第一 PPDU 中包括第二训练字段，所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束进行发送；或者，所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束之外的其他波束发送。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第二通信链路接收来自所述第一站点的第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束发送的次数，或所述第二指示信息用于指示发送所述第二训练字段的波束。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述第一停止帧中包括第一站点的至少一个发送波束的信息和/或第二站点的至少一个接收波束的信息，所述第一站点的至少一个发送波束和所述第二站点的至少一个接收波束相匹配。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述第一停止帧中还包括所述第一站点的至少一个发送波束的质量信息和/或所述第二站点的至少一个接收波束的质量信息。

以上第二方面及其可能的设计所示方法的技术效果可参照第一方面及其可能的设计中的技术效果。

第三方面，提供了一种通信方法，该方法可以由第一站点执行，或者，也可以由第一站点的组成部件（例如芯片或者电路）执行，对此不作限定。为了便于描述，下文中以第一站点执行为例进行说明。

该通信方法包括：第一站点通过第二通信链路向第二站点发送第二信息，所述第二信息包括用于发送多个第一 PPDU 的多个发送波束的信息；所述第一站点根据所述第二信息通过第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分或全部第一 PPDU，所述第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

基于上述技术方案，两个多链路设备（如，第一站点和第二站点）建立通信连接之后（如，第一站点和第二站点之间建立有第一通信链路和第二通信链路），第一站点和第二站点之间可以进行波束训练，以获得较好的波束进行信息传输。具体地，该技术方案中，第一站点和第二站点之间进行波束训练包括：第一站点确定通过第一通信链路向第二站点发送用于波束训练（如，用于训练第一站点的发送波束和/或第二站点的接收波束）的多个第一 PPDU。在第一站点通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 中的部分或全部第一 PPDU 之前，可以通过第二通信链路向第二站点发送 PPDU 的波束信息，以期接收端可以根据发送 PPDU 的波束的信息进行 PPDU 接收，提高接收端的接收效率，从而提高波束训练的效率。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，所述第二信息包括以下信息中的至少一项：发送所述第一 PPDU 的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量标识。

基于上述技术方案，发送 PPDU 的波束的信息可以通过不同的形式体现，提高方案的灵活性。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，所述第一 PPDU 中包括第二训练字段，所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束进行发送；或者，所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束之外的其他波束发送。

基于上述技术方案，发送的 PPDU 可以包括训练字段，以期通过一个 PPDU 完成多个波束的训练，提高波束训练的效率。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第一站点通过所述第二通信链路向所述第二站点发送第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束发送的次数，或所述第二指示信息用于指示发送所述第二训练字段的波束。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第一站点确定通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的多个第二 PPDU，所述多个第二 PPDU 用于训练所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束；所述第一站点通过所述第二通信链路接收来自第二站点的第一信息，所述第一信息包括用于发送所述多个第二 PPDU 的多个发送波束的信息。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，所述第一信息包括以下信息中的至少一项：发送所述第二 PPDU 的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量标识。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，所述第二 PPDU 中包括第一训练字段，所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束进行发送；或者，所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束之外的其他波束发送。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第一站点通过所述第二通信链路接收来自所述第二站点的第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束发送的次数，或所述第一指示信息用于指示发送所述第一训练字段的波束。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，在所述第一站点通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU 的情况下，所述方法还包括：所述第一站点通过第二通信链路接收来自所述第二站点的第一停止帧，所述第一停止帧用于指示所述第一站点停止通过所述第一通信链路发送所述多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU。

基于上述技术方案，在第一站点通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU，还有剩余的部分第一 PPDU 未发送的情况下，第一站点通过第二通信链路接收到来自第二站点的第一停止帧，该第一停止帧指示第一站点停止通过第一通信链路发送所述多个第一 PPDU 中未发送的

PPDU, 即在该技术方​​案中参与波束训练的站点可以通过停止帧主动停止波束训练过程中 PPDU 的发送, 提高波束训练的效​​率。

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 所述方法还包括: 所述第一站点响应于所述第一停止帧, 取消接收所述多个第二 PPDU。

基于上述技术方案, 第一站点在接收到第一停止帧之后, 除了停止发送第一 PPDU 之外, 还可以取消接收第二 PPDU, 即第一停止帧不仅可以指示停止第一站点的第一 PPDU 发送, 还可以指示取消第二站点的第二 PPDU 发送, 进一步地提高了波束训练的效​​率。

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 在所述第一站点通过所述第二通信链路接收来自所述第二站点的​​第一停止帧之后, 所述方法还包括: 所述第一站点通过所述第一通信链路接收所述多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU。

基于上述技术方案, 第一站点在接收到第一停止帧之后, 响应于该第一停止帧停止发送未发送的第一 PPDU, 但是仍然可以通过第一通信链路接收来自第二站点的用于波束训练的第二 PPDU, 从而第一站点可以根据接收到的第一 PPDU 进行波束训练, 在保障波束训练准确性的前提下, 提高波束训练效​​率。

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 在所述第一站点通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分或全部第一 PPDU 之前, 所述方法还包括: 所述第一站点通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的所述多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU。

基于上述技术方案, 第一站点可以是波束训练的响应端设备, 即第一站点在发送第一 PPDU 之前, 接收到来自第一站点的至少一个第二 PPDU。该技术方案中不限定第一站点和第二站点在波束训练过程中所扮演的角色, 可以适用于不同的应用场景。

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 所述第一站点通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的所述多个第二 PPDU 中的部分第二 PPDU, 所述方法还包括: 所述第一站点通过所述第二通信链路向所述第二站点发送第二停止帧, 所述第二停止帧用于指示所述第二站点停止通过所述第二通信链路发送所述多个第二 PPDU 中未发送的 PPDU。

基于上述技术方案, 第一站点可以通过第二停止帧, 指示第二站点停止发送未发送的第二 PPDU, 从而可以进一步地提高波束训练的效​​率。

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 在所述第一站点通过所述第二通信链路向所述第二站点发送所述第二停止帧之前, 所述方法还包括: 所述第一站点根据接收到的所述部分第二 PPDU 进行波束训练; 所述第一站点确定满足预设条件的所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束。

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 所述方法还包括: 所述第一站点根据第一映射表和接收到的所述第二 PPDU 的发送波束信息确定所述第一站点的接收波束, 其中, 所述第一映射表中包括所述第二 PPDU 的发送波束信息和所述第一站点的接收波束的信息之间映射关系。

基于上述技术方案, 第一站点在进行波束训练的过程中, 可以参考本地保存的第一映射表快速确定相匹配的接收波束, 提高波束训练的效​​率。

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 在所述第一站点通过所述第二通信链路接收来自所述第二站点的​​第一停止帧之后, 所述方法还包括: 所述第一站点响应于所述第一停止帧, 在第一时长之后停止发送所述多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU。

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 所述第一停止帧中包括第一站点的至少一个发送波束的信息和/或第二站点的至少一个接收波束的信息, 所述第一站点的至少一个发送波束和所述第二站点的至少一个接收波束相匹配。

基于上述技术方案, 停止帧中可以携带波束信息, 即无需通过额外的信令传输波束信息, 降低信令开销。

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 所述第一停止帧中还包括所述第一站点的至少一个发送波束的质量信息和/或所述第二站点的至少一个接收波束的质量信息。

结合第三方面, 在第三方面的某些实现方式中, 在所述第一站点确定通过所述第一通信链路向第二站点发送所述多个第一 PPDU 之前, 所述方法还包括: 所述第一站点确定所述第一站点和第二站点之间所述第一通信链路运行的频段上用于传输信息的波束失效。

该波束训练的方案可以应用在波束恢复的场景下, 提高波束恢复的效​​率。

第四方面, 提供了一种通信方法, 该方法可以由第二站点执行, 或者, 也可以由第二站点的组成部

件（例如芯片或者电路）执行，对此不作限定。为了便于描述，下文中以第二站点执行为例进行说明。

该通信方法包括：第二站点通过第二通信链路接收来自第一站点的第二信息，所述第二信息包括用于发送多个第一 PPDU 的多个发送波束的信息；所述第二站点根据所述第二信息通过第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一 PPDU 中的部分或全部第一 PPDU，所述第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，所述第二信息包括以下信息中的至少一项：发送所述第一 PPDU 的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量标识。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，所述第一 PPDU 中包括第二训练字段，所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束进行发送；或者，所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束之外的其他波束发送。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第二站点通过第二通信链路接收来自所述第一站点的第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束发送的次数，或所述第二指示信息用于指示发送所述第二训练字段的波束。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第二站点确定通过所述第一通信链路向所述第一站点发送多个第二 PPDU，所述多个第二 PPDU 用于训练所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束；所述第二站点通过所述第二通信链路向所述第一站点发送第一信息，所述第一信息包括用于发送所述多个第二 PPDU 的多个发送波束的信息。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，所述第一信息包括以下信息中的至少一项：发送所述第二 PPDU 的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量标识。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，所述第二 PPDU 中包括第一训练字段，所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束进行发送；或者，所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束之外的其他波束发送。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第二通信链路向所述第一站点发送第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束发送的次数，或所述第一指示信息用于指示发送所述第一训练字段的波束。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，所述第二站点通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第二通信链路向所述第一站点发送第一停止帧，所述第一停止帧用于指示所述第一站点停止通过所述第一通信链路发送所述多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，在所述第二站点通过第二通信链路向所述第一站点发送第一停止帧之前，所述第二站点根据接收到的所述部分第一 PPDU 进行波束训练；所述第二站点确定满足预设条件的所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第二站点根据第二映射表和接收到的所述第一 PPDU 的发送波束信息确定所述第二站点的接收波束，其中，所述第二映射表中包括所述第一 PPDU 的发送波束信息和所述第二站点的接收波束的信息之间映射关系。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第二站点响应于所述第一停止帧，取消发送所述多个第二 PPDU。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，在所述第二站点通过所述第二通信链路向所述第一站点第一停止帧之后，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第一通信链路向所述第一站点发送第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，在所述第二站点通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一 PPDU 中的部分或全部第一 PPDU 之前，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第一通信链路向所述第一站点发送所述多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，在所述第二站点通过所述第一通信链路向所述第一站点发送第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU 的情况下，所述方法还包括：所述第二站点通过第二通信链路接收来自所述第一站点的第二停止帧，所述第二停止帧用于指示所述第二站点停止通过所述第二通信链路发送所述多个第二 PPDU 中未发送的 PPDU。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，在所述第二站点通过第二通信链路接收来自所述第一站点的第二停止帧之后，所述方法还包括：所述第二站点响应于所述第二停止帧，在第二时长之后停止发送所述多个第二PPDU中未发送的PPDU。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，所述第一停止帧中包括第一站点的至少一个发送波束的信息和/或第二站点的至少一个接收波束的信息，所述第一站点的至少一个发送波束和所述第二站点的至少一个接收波束相匹配。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，所述第一停止帧中还包括所述第一站点的至少一个发送波束的质量信息和/或所述第二站点的至少一个接收波束的质量信息。

以上第四方面及其可能的设计所示方法的技术效果可参照第三方面及其可能的设计中的技术效果。

第五方面，提供了一种通信方法，该方法可以由第一站点执行，或者，也可以由第一站点的组成部件（例如芯片或者电路）执行，对此不作限定。为了便于描述，下文中以第一站点执行为例进行说明。

该通信方法包括：第一站点确定通过第一通信链路向第二站点发送多个第一物理层协议数据单元PPDU，所述多个第一PPDU用于训练所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；所述第一站点通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一PPDU中的部分第一PPDU；所述第一站点通过第二通信链路接收来自所述第二站点的第一建议帧，所述第一建议帧中包括所述第二站点进行波束训练得到的第一波束训练信息；所述第一站点响应于所述第一建议帧确定所述多个第一PPDU中的剩余第一PPDU的发送策略，其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

基于上述技术方案，两个多链路设备（如，第一站点和第二站点）建立通信连接之后（如，第一站点和第二站点之间建立有第一通信链路和第二通信链路），第一站点和第二站点之间可以进行波束训练，以获得较好的波束进行信息传输。具体地，该技术方案中，第一站点和第二站点之间进行波束训练包括：第一站点确定通过第一通信链路向第二站点发送用于波束训练（如，用于训练第一站点的发送波束和/或第二站点的接收波束）的多个第一PPDU。在第一站点通过第一通信链路向第二站点发送多个第一PPDU中的部分第一PPDU，还有剩余的部分第一PPDU未发送的情况下（或者说波束训练过程中，即波束训练还未结束），第一站点通过第二通信链路接收到来自第二站点的第一建议帧，该第一建议帧中包括第二站点基于接收到的部分第一PPDU进行波束训练的波束信息，波束信息的告知有助于第一站点在发送剩余的第一PPDU的时候可以基于该波束信息进一步调整波束训练策略，以期提高波束训练的精度。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述第一波束训练信息包括满足预设条件的至少一个所述第一站点的发送波束信息，所述第一站点响应于所述第一建议帧确定所述多个第一PPDU中的剩余第一PPDU的发送策略，包括：所述第一站点响应于所述第一建议帧确定发送所述多个第一PPDU中的剩余第一PPDU的发送波束。

基于上述技术方案，当第二站点通过第一建议帧反馈的第一波束训练信息包括第二站点进行波束训练得到的满足预设条件的第一站点的发送波束信息时，第一站点可以根据接收到的第一站点的发送波束信息确定剩余第一PPDU的发送波束的方向，例如，更改后续第一PPDU的波束，以达到更加精确的波束训练。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述至少一个所述第一站点的发送波束信息包括：所述至少一个所述第一站点的发送波束的质量信息。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述第一波束训练信息包括第一站点的第一发送波束信息，所述第一站点响应于所述第一建议帧确定所述多个第一PPDU中的剩余第一PPDU的发送策略，包括：所述第一站点响应于所述第一建议帧确定所述多个第一PPDU中的剩余第一PPDU中的部分或者全部在所述第一发送波束发送。

基于上述技术方案，当第二站点通过第一建议帧反馈的第一波束训练信息包括某个发送波束的信息时，表明第二站点可以在波束训练的途中建议第一站点可以继续发送某波束，以期提高第二站点进行接收波束训练的效率。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第一站点通过所述第二通信链路接收来自所述第二站点的第三指示信息，所述第三指示信息用于指示通过所述第一发送波束发送第一PPDU的次数。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第一站点确定通过所述第一

通信链路接收来自所述第二站点的多个第二 PPDU，所述多个第二 PPDU 用于训练所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束；在所述第一站点通过所述第二通信链路接收来自所述第二站点的第一建议帧之后，所述方法还包括：所述第一站点通过所述第一通信链路接收所述多个第二 PPDU。

基于上述技术方案，第一站点和第二站点之间进行波束训练还包括：第一站点确定通过第一通信链路接收来自所述第二站点的用于波束训练（如，用于训练所述第二站点的发送波束和所述第一站点的接收波束）的多个第二 PPDU。该技术方案中，第一站点在接收到第一建议帧之后，响应于该第一建议帧调整发送未发送的第一 PPDU 的发送波束之后，还可以通过第一通信链路接收来自所述第二站点的用于波束训练的第二 PPDU，从而第一站点可以根据接收到的第二 PPDU 进行波束训练，在保障波束训练准确性的前提下，提高波束训练效率。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第一站点确定通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的多个第二 PPDU，所述多个第二 PPDU 用于训练所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束；在所述第一站点通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU 之前，所述方法还包括：所述第一站点通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的所述多个第二 PPDU。

基于上述技术方案，第一站点和第二站点之间进行波束训练还包括：第一站点确定通过第一通信链路接收来自所述第二站点的用于波束训练（如，用于训练所述第二站点的发送波束和所述第一站点的接收波束）的多个第二 PPDU。该技术方案中，第一站点可以是波束训练的响应端设备，即第一站点在发送第一 PPDU 之前，接收到来自所述第二站点的至少一个第二 PPDU。该技术方案中不限定第一站点和第二站点在波束训练过程中所扮演的角色，可以适用于不同的应用场景。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，在所述第一站点通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的所述多个第二 PPDU 中的部分第二 PPDU 之后，所述方法还包括：所述第一站点通过所述第二通信链路向所述第二站点发送第二建议帧，所述第二建议帧中包括所述第一站点进行波束训练得到的第二波束训练信息。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，在所述第一站点通过所述第二通信链路向所述第二站点发送所述第二建议帧之前，所述方法还包括：所述第一站点根据接收到的所述部分第二 PPDU 进行波束训练；所述第一站点确定满足预设条件的所述第二站点的发送波束，所述第二波束训练信息包括所述第二站点的发送波束的信息。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，在所述第一站点通过所述第二通信链路向所述第二站点发送所述第二建议帧之前，所述方法还包括：所述第一站点根据接收到的所述部分第二 PPDU 进行波束训练；所述第一站点确定所述第二站点的第二发送波束，所述第二站点的第二发送波束用于发送所述多个第二 PPDU 中的剩余第二 PPDU 中的部分或者全部，所述第二波束训练信息包括所述第二发送波束信息。

基于上述技术方案，第一站点可以通过第二建议帧，指示第二站点调整发送未发送的第二 PPDU 的发送波束，从而可以进一步地提高波束训练的精确度。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第一站点通过所述第二通信链路向所述第二站点发送第四指示信息，所述第四指示信息用于指示通过所述第二发送波束发送第二 PPDU 的次数。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第一站点根据第一映射表和接收到的所述第二 PPDU 的发送波束信息确定所述第一站点的接收波束，其中，所述第一映射表中包括所述第二 PPDU 的发送波束信息和所述第一站点的接收波束的信息之间映射关系。

基于上述技术方案，第一站点在进行波束训练的过程中，可以参考本地保存的第一映射表快速确定相匹配的接收波束，有助于满足预设条件的波束的快速确定，提高波束训练的效率。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，在所述第一站点通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的所述多个第二 PPDU 之前，所述方法还包括：所述第一站点通过所述第二通信链路接收来自所述第二站点的第一信息，所述第一信息包括用于发送所述多个第二 PPDU 的多个发送波束的信息。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述第一信息包括以下信息中的至少一项：发送所述第二 PPDU 的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量标识。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述第二 PPDU 中包括第一训练字段，所述第一训

练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束进行发送；或者，所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束之外的其他波束发送。

基于上述技术方案，发送的 PPDU 可以包括训练字段，以期通过一个 PPDU 完成多个波束的训练，提高波束训练的效率。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第一站点通过所述第二通信链路接收来自所述第二站点的第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束发送的次数，或所述第一指示信息用于指示发送所述第一训练字段的波束。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，在所述第一站点通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分 PPDU 之前，所述方法还包括：所述第一站点通过所述第二通信链路向所述第二站点发送第二信息，所述第二信息包括用于发送所述多个第一 PPDU 的多个发送波束的信息。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述第二信息包括以下信息中的至少一项：发送所述第一 PPDU 的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量标识。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述第一 PPDU 中包括第二训练字段，所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束进行发送；或者，所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束之外的其他波束发送。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述第一站点通过所述第二通信链路向所述第二站点发送第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束发送的次数，或所述第二指示信息用于指示发送所述第二训练字段的波束。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，在所述第一站点确定通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 之前，所述方法还包括：所述第一站点确定所述第一站点和第二站点之间所述第一通信链路运行的频段上用于传输信息的波束失效。

第六方面，提供了一种通信方法，该方法可以由第二站点执行，或者，也可以由第二站点的组成部件（例如芯片或者电路）执行，对此不作限定。为了便于描述，下文中以第二站点执行为例进行说明。

该通信方法包括：第二站点确定通过第一通信链路接收来自所述第一站点的多个第一物理层协议数据单元 PPDU，所述多个第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；所述第二站点通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU；所述第二站点通过第二通信链路向所述第一站点发送第一建议帧，所述第一建议帧中包括所述第二站点进行波束训练得到的第一波束训练信息，所述第一建议帧用于指示所述第一站点确定所述多个第一 PPDU 中的剩余第一 PPDU 的发送策略，其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，在所述第二站点通过第二通信链路向所述第一站点发送第一建议帧之前，所述方法还包括：所述第二站点根据所述部分第一 PPDU 进行波束训练；所述第二站点确定满足预设条件的所述第一站点的发送波束，所述第一波束训练信息包括满足预设条件的至少一个所述第一站点的发送波束信息。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述至少一个所述第一站点的发送波束信息包括：所述至少一个所述第一站点的发送波束的质量信息。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，在所述第二站点通过第二通信链路向所述第一站点发送第一建议帧之前，所述方法还包括：所述第二站点根据所述部分第一 PPDU 进行波束训练；所述第二站点确定所述第一站点的第一发送波束，所述第一站点的第一发送波束用于发送所述多个第一 PPDU 中的剩余第一 PPDU 中的部分或者全部，所述第一波束训练信息包括所述第一发送波束信息。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第二通信链路向所述第一站点发送第三指示信息，所述第三指示信息用于指示通过所述第一发送波束发送第一 PPDU 的次数。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第二站点确定通过所述第一通信链路向所述第一站点发送多个第二 PPDU，所述多个第二 PPDU 用于训练所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束；在所述第二站点通过第二通信链路向所述第一站点发送第一建议帧之后，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第一通信链路向所述第一站点发送所述多个第二 PPDU。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第二站点确定通过所述第一通信链路向所述第一站点发送多个第二PPDU，所述多个第二PPDU用于训练所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束；在所述第二站点通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一PPDU中的部分第一PPDU之前，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第一通信链路向所述第一站点发送所述多个第二PPDU。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述第二站点通过所述第一通信链路向所述第一站点发送所述多个第二PPDU中的部分第二PPDU，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第二通信链路接收来自所述第一站点的第二建议帧，所述第二建议帧中包括所述第一站点进行波束训练得到的第二波束训练信息；所述第二站点响应于所述第二建议帧确定所述多个第二PPDU中的剩余第二PPDU的发送策略。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述第二波束训练信息包括满足预设条件的至少一个所述第二站点的发送波束信息，所述第二站点响应于所述第二建议帧确定所述多个第二PPDU中的剩余第二PPDU的发送策略，包括：所述第二站点响应于所述第二建议帧确定发送所述多个第二PPDU中的剩余第二PPDU的发送波束。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述第二波束训练信息包括第二站点的第二发送波束信息，所述第二站点响应于所述第二建议帧确定所述多个第二PPDU中的剩余第二PPDU的发送策略，包括：所述第二站点响应于所述第二建议帧确定所述多个第二PPDU中的剩余第二PPDU中的部分或者全部在所述第二发送波束发送。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述第二站点通过所述第二通信链路接收来自所述第一站点的第四指示信息，所述第四指示信息用于指示通过所述第二发送波束发送第二PPDU的次数。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第二站点根据第二映射表和接收到的所述第一PPDU的发送波束信息确定所述第二站点的接收波束，其中，所述第二映射表中包括所述第一PPDU的发送波束信息和所述第二站点的接收波束的信息之间映射关系。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，在所述第二站点通过所述第一通信链路向所述第一站点发送所述多个第二PPDU中的部分或全部第二PPDU之前，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第二通信链路向所述第一站点发送第一信息，所述第一信息包括用于发送所述多个第二PPDU的多个发送波束的信息。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述第一信息包括以下信息中的至少一项：发送所述第二PPDU的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量标识。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述第二PPDU中包括第一训练字段，所述第一训练字段通过发送所述第二PPDU的波束进行发送；或者，所述第一训练字段通过发送所述第二PPDU的波束之外的其他波束发送。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第二通信链路向所述第一站点发送第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述第一训练字段通过发送所述第二PPDU的波束发送的次数，或所述第一指示信息用于指示发送所述第一训练字段的波束。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，在所述第二站点通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一PPDU中的部分第一PPDU之前，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第二通信链路接收来自所述第一站点的第二信息，所述第二信息包括用于发送所述多个第一PPDU的多个发送波束的信息。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述第二信息包括以下信息中的至少一项：发送所述第一PPDU的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量标识。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述第一PPDU中包括第二训练字段，所述第二训练字段通过发送所述第一PPDU的波束进行发送；或者，所述第二训练字段通过发送所述第一PPDU的波束之外的其他波束发送。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述方法还包括：所述第二站点通过所述第二通信链路接收来自所述第一站点的第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述第二训练字段通过发送所述第一PPDU的波束发送的次数，或所述第二指示信息用于指示发送所述第二训练字段的波束。

以上第六方面及其可能的设计所示方法的技术效果可参照第五方面及其可能的设计中的技术效果。

第七方面，提供一种通信装置，该装置用于执行上述第一方面或第三方面或第五方面提供的方法。具体地，该装置可以包括用于执行第一方面或第三方面或第五方面的上述任意一种实现方式提供的方法和/或模块，如处理单元和/或通信单元。

示例性地，当该通信装置为上述第一方面中的第一站点时，处理单元，用于确定通过第一通信链路向第二站点发送多个第一物理层协议数据单元 PPDU，所述多个第一 PPDU 用于训练第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；通信单元，用于通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU；通信单元，用于通过第二通信链路接收来自所述第二站点的第一停止帧，所述第一停止帧用于指示所述第一站点停止通过所述第一通信链路发送所述多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU；其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

示例性地，当该通信装置为上述第三方面中的第一站点时，通信单元，用于通过第二通信链路向第二站点发送第二信息，所述第二信息包括用于发送多个第一 PPDU 的多个发送波束的信息；通信单元，用于通过第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分或全部第一 PPDU，所述第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

示例性地，当该通信装置为上述第五方面中的第一站点时，处理单元，用于确定通过第一通信链路向第二站点发送多个第一物理层协议数据单元 PPDU，所述多个第一 PPDU 用于训练第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；通信单元，用于通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU；通信单元，用于通过第二通信链路接收来自所述第二站点的第一建议帧，所述第一建议帧中包括所述第二站点进行波束训练得到的第一波束训练信息；处理单元，用于响应于所述第一建议帧确定所述多个第一 PPDU 中的剩余第一 PPDU 的发送策略，其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

在一种实现方式中，通信单元可以是收发器，或，输入/输出接口；处理单元可以是至少一个处理器。可选地，收发器可以为收发电路。可选地，输入/输出接口可以为输入/输出电路。

示例性地，当该通信装置为上述第一方面中的第一站点时，处理器，用于确定通过第一通信链路向第二站点发送多个第一物理层协议数据单元 PPDU，所述多个第一 PPDU 用于训练第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；收发器，用于通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU；收发器，用于通过第二通信链路接收来自所述第二站点的第一停止帧，所述第一停止帧用于指示所述第一站点停止通过所述第一通信链路发送所述多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU；其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

示例性地，当该通信装置为上述第三方面中的第一站点时，收发器，用于通过第二通信链路向第二站点发送第二信息，所述第二信息包括用于发送多个第一 PPDU 的多个发送波束的信息；收发器，用于通过第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分或全部第一 PPDU，所述第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

示例性地，当该通信装置为上述第五方面中的第一站点时，处理器，用于确定通过第一通信链路向第二站点发送多个第一物理层协议数据单元 PPDU，所述多个第一 PPDU 用于训练第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；收发器，用于通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU；收发器，用于通过第二通信链路接收来自所述第二站点的第一建议帧，所述第一建议帧中包括所述第二站点进行波束训练得到的第一波束训练信息；处理器，用于响应于所述第一建议帧确定所述多个第一 PPDU 中的剩余第一 PPDU 的发送策略，其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

在另一种实现方式中，该装置为用于第一站点中的芯片、芯片系统或电路。当该装置为用于终端设备中的芯片、芯片系统或电路时，通信单元可以是该芯片、芯片系统或电路上的输入/输出接口、接口电路、输出电路、输入电路、管脚或相关电路等；处理单元可以是至少一个处理器、处理电路或逻辑电路等。

第八方面，提供一种通信装置，该装置用于执行上述第二方面或第四方面或第六方面提供的方法。

具体地，该装置可以包括用于执行第二方面或第四方面或第六方面的上述任意一种实现方式提供的方法的单元和/或模块，如处理单元和/或通信单元。

示例性地，当该通信装置为上述第二方面中的第二站点时，处理单元，用于确定通过第一通信链路接收来自第一站点的多个第一物理层协议数据单元 PPDU，所述多个第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或第二站点的接收波束；通信单元，用于通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU；通信单元，用于通过第二通信链路向所述第一站点发送第一停止帧，所述第一停止帧用于指示所述第一站点停止通过所述第一通信链路发送所述多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU；其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

示例性地，当该通信装置为上述第四方面中的第二站点时，通信单元，用于通过第二通信链路接收来自第一站点的第二信息，所述第二信息包括用于发送多个第一 PPDU 的多个发送波束的信息；通信单元，用于通过第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一 PPDU 中的部分或全部第一 PPDU，所述第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

示例性地，当该通信装置为上述第六方面中的第二站点时，处理单元，用于确定通过第一通信链路接收来自第一站点的多个第一物理层协议数据单元 PPDU，所述多个第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或第二站点的接收波束；通信单元，用于通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU；通信单元，用于通过第二通信链路向所述第一站点发送第一建议帧，所述第一建议帧中包括所述第二站点进行波束训练得到的第一波束训练信息，所述第一建议帧用于指示所述第一站点确定所述多个第一 PPDU 中的剩余第一 PPDU 的发送策略，其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

在一种实现方式中，通信单元可以是收发器，或，输入/输出接口；处理单元可以是至少一个处理器。可选地，收发器可以为收发电路。可选地，输入/输出接口可以为输入/输出电路。

示例性地，当该通信装置为上述第二方面中的第二站点时，处理器，用于确定通过第一通信链路接收来自第一站点的多个第一物理层协议数据单元 PPDU，所述多个第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或第二站点的接收波束；收发器，用于通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU，处理器，用于根据所述部分第一 PPDU 进行波束训练，确定满足预设条件的所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；收发器，用于通过第二通信链路向所述第一站点发送第一停止帧，所述第一停止帧用于指示所述第一站点停止通过所述第一通信链路发送所述多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU；其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

示例性地，当该通信装置为上述第四方面中的第二站点时，收发器，用于通过第二通信链路接收来自第一站点的第二信息，所述第二信息包括用于发送多个第一 PPDU 的多个发送波束的信息；收发器，用于通过第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一 PPDU 中的部分或全部第一 PPDU，所述第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

示例性地，当该通信装置为上述第六方面中的第二站点时，处理器，用于确定通过第一通信链路接收来自第一站点的多个第一物理层协议数据单元 PPDU，所述多个第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或第二站点的接收波束；收发器，用于通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU；收发器，用于通过第二通信链路向所述第一站点发送第一建议帧，所述第一建议帧中包括所述第二站点进行波束训练得到的第一波束训练信息，所述第一建议帧用于指示所述第一站点确定所述多个第一 PPDU 中的剩余第一 PPDU 的发送策略，其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

在另一种实现方式中，该装置为用于第二站点中的芯片、芯片系统或电路。当该装置为用于网络设备中的芯片、芯片系统或电路时，通信单元可以是该芯片、芯片系统或电路上的输入/输出接口、接口电路、输出电路、输入电路、管脚或相关电路等；处理单元可以是至少一个处理器、处理电路或逻辑电路等。

第九方面，提供一种通信装置，该装置包括：存储器，用于存储程序；至少一个处理器，用于执行

存储器存储的计算机程序或指令，以执行上述第一方面至第六方面的上述任意一种实现方式，或第二方面至第六方面的上述任意一种实现方式提供的方法。

第十方面，本申请提供一种处理器，用于执行上述各方面提供的方法。

对于处理器所涉及的发送和获取/接收等操作，如果没有特殊说明，或者，如果未与其在相关描述中的实际作用或者内在逻辑相抵触，则可以理解为处理器输出和接收、输入等操作，也可以理解为由射频电路和天线所进行的发送和接收操作，本申请对此不做限定。

第十一方面，提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读介质存储用于设备执行的程序代码，该程序代码包括用于执行上述第一方面至第六方面的上述任意一种实现方式提供的方法。

第十二方面，提供一种包含指令的计算机程序产品，当该计算机程序产品在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面至第六方面的上述任意一种实现方式提供的方法。

第十三方面，提供一种芯片，芯片包括处理器与通信接口，处理器通过通信接口读取存储器上存储的指令，执行上述第一方面至第六方面的上述任意一种实现方式提供的方法。

可选地，作为一种实现方式，芯片还包括存储器，存储器中存储有计算机程序或指令，处理器用于执行存储器上存储的计算机程序或指令，当计算机程序或指令被执行时，处理器用于执行上述任意一种实现方式提供的方法。

第十四方面，提供一种通信系统，包括上文的第一方面的第一站点和第二方面的第二站点。

第十五方面，提供一种通信系统，包括上文的第三方面的第一站点和第四方面的第二站点。

第十六方面，提供一种通信系统，包括上文的第五方面的第一站点和第六方面的第二站点。

#### 附图说明

图1是本申请实施例适用的一种应用场景的示意图。

图2示出了本申请提供的一种装置结构示意图。

图3是一种PPDU格式的示意图。

图4示出了信标间隔BI的结构示意图。

图5示出了波束链路维护时间的示意图。

图6是本申请实施例提供的一种通信方法的示意图流程图。

图7是本申请实施例提供的一种第一站点接收第一停止帧的示意图。

图8是本申请实施例提供的另一种第一站点接收第一停止帧的示意图。

图9是本申请实施例提供的又一种第一站点接收第一停止帧的示意图。

图10是本申请实施例提供的又一种第一站点接收第一停止帧的示意图。

图11是本申请实施例提供的又一种第一站点接收第一停止帧的示意图。

图12是本申请实施例提供的另一种通信方法的示意图流程图。

图13是本申请实施例提供的一种第一站点接收第一建议帧的示意图。

图14是本申请实施例提供的另一种第一站点接收第一建议帧的示意图。

图15是本申请实施例提供的又一种第一站点接收第一建议帧的示意图。

图16是本申请实施例提供的又一种第一站点接收第一建议帧的示意图。

图17中(a)至(c)是本申请实施例提供的第一站点调整波束的示意图。

图18是本申请实施例提供的又一种通信方法的示意图流程图。

图19是本申请实施例提供的通信装置的示意性框图。

图20是本申请实施例提供另一种通信装置的示意图。

图21是本申请实施例提供一种芯片系统的示意图。

#### 具体实施方式

为了便于理解本申请实施例，首先做出以下几点说明。

第一，在本申请中，“用于指示”可以包括用于直接指示和用于间接指示。当描述某一指示信息用于指示A时，可以包括该指示信息直接指示A或间接指示A，而并不代表该指示信息中一定携带有A。

将指示信息所指示的信息称为待指示信息，则具体实现过程中，对待指示信息进行指示的方式有很多种，例如但不限于，可以直接指示待指示信息，如待指示信息本身或者该待指示信息的索引等。也可

以通过指示其他信息来间接指示待指示信息，其中该其他信息与待指示信息之间存在关联关系。还可以仅仅指示待指示信息的一部分，而待指示信息的其他部分则是已知的或者提前约定的。例如，还可以借助预先约定（例如协议规定）的各个信息的排列顺序来实现对特定信息的指示，从而在一定程度上降低指示开销。同时，还可以识别各个信息的通用部分并统一指示，以降低单独指示同样的信息而带来的指示开销。

第二，在本申请中示出的“至少一个”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上。另外，在本申请的实施例中，“第一”、“第二”以及各种数字编号（例如，“#1”、“#2”等）只是为了描述方便进行的区分，并不用来限制本申请实施例的范围。下文各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不应对本申请实施例的实施过程构成任何限定，应该理解这样描述的对象在适当情况下可以互换，以便能够描述本申请的实施例以外的方案。此外，在本申请实施例中，“S610”等字样仅为了描述方便作出的标识，并不是对执行步骤的次序进行限定。

第三，本申请实施例中，“示例性的”或者“例如”等词用于表示作例子、例证或说明。本申请中被描述为“示例性的”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其他实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言，使用“示例性的”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念。

第四，本申请实施例中涉及的“保存”，可以是指的保存在一个或者多个存储器中。该一个或者多个存储器，可以是单独的设置，也可以是集成在编码器或者译码器，处理器、或通信装置中。该一个或者多个存储器，也可以是一部分单独设置，一部分集成在译码器、处理器、或通信装置中。存储器的类型可以是任意形式的存储介质，本申请并不对此限定。

第五，在本申请实施中，“协议”可以指通信领域的标准协议，例如可以包括 NR 协议以及应用于未来的通信系统中的相关协议，本申请对此不做限定。

第六，本申请实施例中，“的(of)”，“相应的(corresponding, relevant)”、“对应的(corresponding)”和“关联的(associate)”有时可以混用，应当指出的是，在不强调其区别时，其所要表达的含义是一致的。

第七，在本申请实施例中，“在…情况下”、“当…时”、“若…”有时可以混用，应当指出的是，在不强调其区别时，其所要表达的含义是一致的。

第八，本文中术语“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。另外，本文中字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

下面将结合附图，对本申请中的技术方案进行描述。

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。其中，802.11n 标准称为高吞吐量(high throughput, HT)，802.11ac 标准称为非常高吞吐量(very high throughput, VHT)标准，802.11ax 标准称为高效(high efficient, HE)标准，802.11be 标准称为超高吞吐量(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种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 为本申请实施例适用的一种应用场景的示意图。如图 1 所示,本申请提供的通信的方法适用于接入点(access point, AP)和站点(station, STA)之间的数据通信,其中,站点可以是非接入点类的站点(none 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,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,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,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 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 网络中的终端设备、6G 网络中的终端设备或者 PLMN 中的终端设备等,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 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。

例如,图 2 示出了本申请提供的一种通信装置,图 2 所示的装置可以为 AP,也可以为非 AP 站点。其中,介质接入控制(media access control, MAC)层处理模块、物理(physical, PHY)层处理模块、射频/天线等用于实现上述发送器和接收器的相关功能,如图 2 所示,除了 MAC 层处理模块、PHY 层处理模块、射频/天线、存储器、处理器,该装置还可以包括控制器和调度器。

应理解,图 2 仅为本申请提供的一种装置的示例,并不构成本申请的限定,例如,该装置也可以不包括控制器和/或调度器。

为了便于理解本申请实施例的技术方案,首先对本申请实施例可能涉及到的一些术语或概念进行简单描述。

1、物理层协议数据单元(physical protocol data unit, PPDU):图 3 是一种 PPDU 格式的示意图。PPDU 包括传统短训练字段(Legacy Short Training Field, L-STF)、传统长训练字段(Legacy Long Training

Field, L-LTF)、传统信令字段(Legacy Signal Field, L-SIG)、重复传统信令字段(repeat legacy-signal field, RL-SIG)、通用信令字段(universal SIG, U-SIG)、超高吞吐率信令字段或极高吞吐率信令字段(extremely high throughput, EHT-SIG)、EHT短训练字段(EHT-short training field, EHT-STF)、EHT长训练字段(EHT-long training field, EHT-LTF)、数据字段(Data)和包扩展字段(package extension, PE)。其中, L-STF、L-LTF、L-SIG、RL-SIG、U-SIG、EHT-SIG、EHT-STF、EHT-LTF为PPDU的物理层头部(或称前导码部分)中的部分结构。

L-STF, L-LTF, L-SIG可理解为传统前导码字段,用于保证新设备同传统设备的共存。RL-SIG用于增强传统信令字段的可靠性。

U-SIG和EHT-SIG为信令字段。U-SIG用于携带一些公共信息,例如指示PPDU版本的信息、指示上行/下行的信息、指示PPDU的频域带宽的信息,打孔指示信息等。EHT-SIG中包括指示资源分配的信息以及指示数据解调的信息等。

需要说明的是,本申请实施例中,以802.11be场景下的PPDU中的字段进行举例说明。本申请实施例中提到的PPDU中各个字段不限于与802.11be相关的字段,本申请实施例中的提到的PPDU中各个字段还可以为802.11be之后的标准版本相关的字段,包括但不限于下一代协议中PPDU信令字段为超高可靠性信令(ultra-high reliability signaling, UHR-SIG)。

2、定向通信: WLAN发展至今已历经多代,包括7GHz以下的标准:如802.11a/b/g、802.11n、802.11ac、802.11ax、802.11be、802.11bn等;还包括高频标准(45GHz及以上的标准):如运行在60GHz附近的802.11ad、802.11ay标准以及后续可能形成的集成毫米波(Integrated mmWave标准)等。

在高频通信中,由于信道路损大等特点,一般需要两设备通信时至少有一个设备采用定向(directional)通信,即一般设备间使用“定向+定向”或“定向+全向”的通信方式。

3、扇区级扫描(sector-level sweep, SLS)阶段:具体地,SLS阶段主要由以下四部分组成:

发起方扇区扫描(initiator sector sweep, ISS)阶段,用来训练发起方的定向发送波束,发起方以一定宽度的波束定向发送训练数据,应答方准全向接收训练数据;

应答方扇区扫描(responder sector sweep, RSS)阶段,用来训练应答方的定向发送波束,应答方以一定宽度的波束定向发送训练数据,并且包含了发起方上一阶段的最佳发送扇区信息,此时发起方准全向接收训练数据;

扇区扫描反馈(sector sweep feedback, SSW-Feedback)阶段,反馈信息是按照扇区质量进行排序的发起方发送扇区列表,并且包含上一阶段应答方的最佳扇区,此时应答方处于准全向接收模式;

扇区扫描确认(sector sweep acknowledgment, SSW-ACK)阶段,在数据传输阶段(data transfer interval, DTI)之前做SLS时可以不进行SSW-ACK阶段,在DTI阶段做SLS则需要有SSW-ACK阶段。在SSW-ACK阶段,应答方反馈按照质量排序的应答方发送扇区列表。

应理解,设备进行全向发送或全向接收所采用的是全向天线,全向天线在水平方向上表现为360°都均匀辐射,也就是无方向性,在垂直方向上表现为有一定宽度的波束,一般情况下波瓣宽度越小,增益越大。全向天线覆盖范围大,在通信系统中一般应用于郊区大区制的站型。对应地,设备进行定向发送或定向接收所采用的是定向天线,在水平方向上表现为一定角度范围辐射,也就是有方向性。同全向天线一样,波瓣宽度越小,增益越大。定向天线在通信系统中一般应用于通信距离远,覆盖范围小,目标密度大,频率利用率高的环境。

4、波束优化协议(Beam Refinement Protocol, BRP):是为了使得发送端和接收端之间获得波束优化的整套协议。通过收发双方发送一个或多个BRP帧(frame)或BRP包(packet),可以进行收发双方波束训练和波束跟踪的过程。例如,BRP包是在PPDU中的数据(data)字段后面后缀训练(training, TRN)字段所构成的一种特殊的包。发射端可以通过TRN字段包括的部分TRN子字段调整发射天线的波束方向,或者接收端可以在接收TRN字段中的TRN子字段时调整接收天线的波束方向。

5、波束维护:由于高频采取定向波束传输(如,定向发送或定向接收),波束维护和恢复的相关设计有助于提升系统稳定性与效率。在现有协议(如,802.11ay)中规定了如何对已建立的波束进行维护以及恢复的方案。

示例性地,802.11ay中定义了涉及波束赋形的链路维护的流程。波束赋形的链路维护(Beamformed Link Maintenance)允许一对站点在建立好波束赋形的链路后进行维护。一个波束赋形的链路可以理解为是成功执行最近的SLS过程或BRP过程后得到的波束训练结果。

示例性地，波束链路维护中需要确定波束链路维护时间，每一个波束赋形的链路对应一个波束链路维护时间，且该波束链路维护时间具备向下计数功能，可以理解为计时器。当波束链路维护时间为 0 时该计时器终止。另外，该计时器也具备暂停的功能，如在下述时期可以进行暂停：

- 1) 信标区间（Beacon interval）中的信标传输区间（Beacon Transmission Interval）和关联波束成形训练(association beamforming training, A-BFT)；
- 2) 站点并未参与的服务时期（SP）和基于竞争的接入时期（CBAP）；
- 3) 站点休眠时期等。

如图 4 所示，图 4 示出了信标间隔 BI 的结构示意图，如图 4 所示，信标间隔分为信标头指示（beacon header indication, BHI）和数据传输区间（data transmission interval, DTI）。其中，BHI 中又包括信标传输区间（beacon transmission interval, BTI）、关联波束赋形训练（association beamforming training, A-BFT）以及公告传输区间（announcement transmission interval, ATI）。

具体地，AP 会在 BTI 中按照扇区编号发送多个信标（beacon）帧，用于下行扇区扫描；A-BFT 用于 STA 进行关联，以及上行扇区扫描；ATI 用于 AP 向 STA 轮询缓存数据信息以及向 STA 分配数据传输区间（data transmission interval, DTI）中的资源。整个 DTI 会被分为若干个子区间，子区间会根据接入的形式分为基于竞争接入期间（contention based access period, CBAP）和服务区间（service period, SP），后者是进行调度传输，无需进行竞争。

示例性地，波束链路维护时间由图 5 所示的字段表示，从图 5 中可以看出，表征波束链路维护时间的字段包括：波束链路维护单元索引（Beam Link Maintenance unitindex, BLMU）、波束链路维护值（Beam Link Maintenance value, BLMV）和波束链路主控（Beam Link ismaster）。

该波束链路维护时间满足以下公式：

dot11 Beam Link Maintenancetime=BLMU×BLMV

其中，BLMU 表征的含义如下表 1 所示：

表 1：

| 波束链路维护单元索引 | 波束链路维护单元（μs） |
|------------|--------------|
| 0          | 32           |
| 1          | 2000         |

波束链路主控（Beam Link ismaster）表征的含义如下表 2 所示：

表 2：

| 站点 A 的“波束链路为主”字段（BeamLinkismastersubfield（STA-A）） | 站点 B 的“波束链路为主”字段（BeamLinkismastersubfield（STA-B）） | 站点 A 的波束链路维护时间与站点 B 的波束链路维护时间的关系（dot11BeamLinkMaintenancetime（STA-A） vs. dot11BeamLinkMaintenance time（STA-B）） | 结果（result）                                            |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 0                                                 | 0                                                 | ≥                                                                                                              | 遵循站点 A 的波束链路维护时间（dot11BeamLinkMaintenancetime（STA-A）） |
| 1                                                 | 0                                                 | >，<，=                                                                                                          | 遵循站点 A 的波束链路维护时间（dot11BeamLinkMaintenancetime（STA-A）） |
| 1                                                 | 1                                                 | =                                                                                                              | 遵循站点 A 的波束链路维护时间（dot11BeamLinkMaintenancetime（STA-A）） |
| 0 或 1                                             | 0 或 1                                             |                                                                                                                | 未定义（undefined）                                        |

[0,0]表示波束链路维护时间为两个站点中的最大值；

[0,1]或[1,0]表示链路维护时间为两个站点中 BeamLink isMaster 置 1 的站点对应的时间；

[1,1]表示两个站点取同样的值，该值为这两个站点间的链路维护时间。

上述链路维护时间可以在多个帧中携带，如 SLS 中的 SSW-Feedback 帧、SSW-Ack 帧，也可以存在于 Sector Ack 帧中。

需要说明的是，上述表 1 和表 2 中相关参数的含义可以参考现有协议（如，IEEE 802.11 Revme D3.0 协议）中表 9-429 和表 9-430 的定义，这里不再赘述。

6、波束恢复：在有了波束链路保持时间后，两站点（发起端和响应端）可以在波束链路保持时间过期时（计数器降至 0 时）执行“部分 SLS”（Partial SLS）过程：

步骤一：响应端配置其接收方式为“准全向”模式，且按照每次间隔一定时长来切换天线，所述一定时长与从发射端获得的部分扇区数目字段（Partial Number of Sectors field）中指示的扇区数有关；

步骤二：发起端发起一个 ISS，该发起端重复自身的发送扇区集合一定次数，该次数与从响应端获得的部分接收天线数目字段（Partial Number of RX Antennas field）中的值有关。

步骤三：发起端完成 ISS 后转为接收模式，接收方式和间隔类似步骤一中的配置；

步骤四：如果响应端在步骤一中至少收到一个从发起端发出的 SSW 帧，该响应端需要基于对应 SSW 帧中的持续（duration）字段开启执行一个 RSS。

步骤一和步骤二同时发生，步骤三和步骤四同时发生。步骤一和步骤二为训练发起端最佳发送扇区的过程，步骤三和步骤四为训练响应端最佳发送扇区的过程。由于处于恢复阶段，所以步骤一中的响应端或步骤三中的发起端需要处于准全向接收模式。

如果上述部分 SLS 过程在一个由“Time to Switch to Full Sweep field”设置的时间内并未完成，则发起端和响应端执行如下完整 SLS 过程，相关参数已在之前的协商过程中给出。具体地，完整 SLS 过程和上述的部分 SLS 类似，不同点在于扇区数目为总扇区数目，不再是部分总扇区数目，不再重复说明。

7、多链路设备（multi link device, MLD）：本申请实施例中将同时支持多条链路的 IEEE 802.11 标准设备称为多链路设备。

例如，该多链路设备可以为接入点多链路设备（access point MLD, AP MLD），或者也可以为非接入点 MLD（non-AP MLD），如，站点多链路设备（station MLD, STA MLD）。需要说明的是，上述的多链路设备的名称只是举例，对本申请的保护范围不构成任何的限定，例如，AP MLD 还可以称为多链路 AP，或者随着通信技术的发展，AP MLD 还可以有其他的名称，这里不一一举例说明。

示例性地，两个多链路设备之间可以建立多条链路，如，多链路设备#1 和多链路设备#2 之间可以建立第一通信链路和第二通信链路，其中，第二通信链路为低频通信链路（如，第一通信链路运行（operation）在 7GHz 以下的频段（frequency band）），第一通信链路为高频通信链路（如，第二通信链路运行在 45GHz 及以上的频段）。

上文结合图 1 简单介绍了本申请实施例提供的通信方法能够应用的场景，以及介绍了本申请实施例中可能涉及到的基本概念，并在基本概念中介绍了定向通信的概念，为了实现定向通信，通信的两个设备之间需要进行波束训练。

目前一种波束训练的方式包括：进行定向通信的两个设备（如，设备#1 和设备#2）将提前告知自己进行波束训练将发送 PPDU 数目，如 x 和 y，则设备#1 将发送 x 个 PPDU，设备#2 将发送 y 个 PPDU，并完成较好波束的反馈。对于设备#1 和/或设备#2 来说，在上述 PPDU 发送过程中，即使已经训练到较好的接收波束，发送 PPDU 的过程也无法停止，因为高频发送端不会在每次发送 PPDU 后留一段时间来给对端设备回 Ack 帧（容易导致信道被强占，效率也不高）。

也就是说上述的波束训练方法中，在两个设备协商好进行波束训练将发送 PPDU 数目之后，在 PPDU 发送完成之前即使已经训练到较好的接收波束，也需要将协商好的 PPDU 数目继续发送完成，导致波束训练的效率较低。

本申请提供一种通信方法，以期提高波束训练的效率。下面将结合图 6 详细介绍该通信方法。

另外，上述基本概念中还介绍了 802.11ay 中定义的波束维护和恢复，整体而言，上述 802.11ay 中的方案可以理解为当波束丢失或者超过波束链路维护时间后，可以进行新的波束训练，为了节约开销，可以先以小的扫描集合来完成波束训练，如果训练不成功，则可以开始完整的 SLS（用更大的集合扫描），但是目前的波束恢复问题在于受到了两个设备间只具备一条通信链路的局限性，一旦波束中断，波束恢

复需要机遇 SLS 进行重新的尝试，波束恢复效率较低。

为解决目前波束恢复流程存在的问题，本申请提供另一种通信方法，以期提高波束恢复的效率。下面将结合图 12 详细介绍该通信方法。

下面将结合附图详细说明本申请提供的技术方案。本申请实施例可以应用于多个不同的场景下，包括图 1 所示的场景，但并不限于该场景。

应理解，下文示出的实施例并未对本申请实施例提供的方法的执行主体的具体结构特别限定，只要能够通过运行记录有本申请实施例的提供的方法的代码的程序，以根据本申请实施例提供的方法进行通信即可，例如，本申请实施例提供的方法的执行主体可以是接收端设备或发送端设备，或者，是接收端设备或发送端设备中能够调用程序并执行程序的功能模块。

以下，不失一般性，以发第一站点和第二站点之间的交互为例详细说明本申请实施例提供的通信方法，本申请实施例中涉及的第一站点可以为接入点 AP、第二站点可以为非接入点 non-AP（如，STA）；或者，第一站点可以为接入点 STA、第二站点可以为非接入点 AP；或者，第一站点和第二站点为接入点 AP；或者，第一站点和第二站点为非接入点 non-AP。

图 6 是本申请实施例提供的一种通信方法的示意性流程图，包括以下步骤：

S610，第一站点和第二站点确定通过第一通信链路传输多个第一 PPDU 和多个第二 PPDU。

该实施例中第一站点和第二站点为前文所述的多链路设备，支持多条链路。示例性地，第一站点和第二站点之间建立的通信链路包括多条，例如，第一站点和第二站点之间建立有第一通信链路和第二通信链路，第二通信链路为低频通信链路（如，第一通信链路运行在 7GHz 以下的频段），第一通信链路为高频通信链路（如，第二通信链路运行在 45GHz 及以上的频段），第一通信链路也可以称为高频通信链路，第二通信链路也可以称为低频通信链路。

示例性地，该实施例中第一站点和第二站点确定通过第一通信链路传输多个第一 PPDU 和多个第二 PPDU 可以是：第一站点和第二站点之间确定进行波束训练，具体地，进行波束训练包括：第一站点需要通过第一通信链路向第二站点发送用于波束训练的（如，用于训练第一站点的发送波束和第二站点的接收波束）多个第一 PPDU，第二站点需要通过第一通信链路向第一站点发送用于波束训练的（如，用于训练第二站点的发送波束和第一站点的接收波束）多个第二 PPDU。

需要说明的是，该实施例中对于第一站点在波束训练过程中所扮演的角色不做限定，可以是发起端也可以是响应端。

作为一种可能的实现方式，第一站点作为波束训练的发起端，第二站点作为波束训练的响应端。

作为另一种可能的实现方式，第一站点作为波束训练的响应端，第二站点作为波束训练的发起端。

其中，发起端可以作为发送用于波束训练的 PPDU 的发送端，也可以作为接收用于波束训练的 PPDU 的接收端；同理，响应端可以作为发送用于波束训练的 PPDU 的发送端，也可以作为接收用于波束训练的 PPDU 的接收端。

另外，需要说明的是，该实施例主要说的是波束训练中先发训练波束的是发起端，后发训练波束的是响应端，但也可以反过来，并不限制。如发起端可以在低频发起传输，但先让响应端在高频率先发送，此时，可以理解为响应端优先发送训练波束。

具体地，第一站点和第二站点在进行波束训练之前或进行波束训练的过程中，可以通过第一通信链路和/或第二通信链路协商波束训练过程中发送的 PPDU 的信息。该实施例中对于第一站点和第二站点之间如何协商波束训练过程中所发送的 PPDU 的信息不做任何的限定。

例如，该实施例中第一站点和第二站点之间可以通过第一通信链路（即高频通信链路）协商波束训练过程中所发送的 PPDU 的信息，具体协商过程可以参考目前相关技术中关于站点之间协商波束训练过程相关参数过程的描述（如，SLS 流程中协商等），这里不再赘述。

还例如，该实施例中由于第一站点和第二站点为多链路设备，第一站点和第二站点之间可以通过第二通信链路（即低频通信链路）协商波束训练过程中所发送的 PPDU 的信息，具体协商过程可以参考下文图 18 所示的通信方法中，关于第一站点和第二站点协商 PPDU 的信息的描述将在下述图 12 所示的实施例中进行详细说明，这里不进行详述。

该实施例中对于第一站点和第二站点之间确定通过第二通信链路进行波束训练的具体触发条件不做任何限定，例如，该波束训练过程可以是第一站点和第二站点在发生波束中断的情况下，为了波束恢复而进行的波束训练；还例如，该波束训练过程可以是第一站点和第二站点建立波束赋形的链路时进行的

波束训练。

示例性地，第一站点和第二站点进行波束训练过程中包括部分 SLS 流程、全部 SLS 流程、或 BRP 流程等。

可选地，若第一站点和第二站点确定进行波束训练，是由于波束中断（或者称为波束失效）引发的。例如，第一站点和/或第二站点确定进行波束训练，包括：第一站点和/或第二站点确定第一站点和第二站点之间第一通信链路运行的频段上用于传输信息的波束失效。

示例性地，该实施例中，第一站点确定波束中断包括但不限于以下几种可能的实现方式：

第一站点本地维护的波束链路保持时间过期；或者，

第一站点和第二站点之间波束训练得到的波束失准（如，波束的 SNR、SINR 或者 RSSI 过低），需要重新进行波束训练；或者，

第一站点和第二站点基于训练好的波束进行 PPDU 传输时，发生了 PPDU 丢失等。

需要说明的是，上述确定波束中断的方式仅为示例，对本申请的保护范围不构成任何的限定，该实施例中对于第一站点和第二站点之间确定需要进行波束训练的触发条件不做任何限定。

示例性地，第一站点确定通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 之后，可以通过第一通信链路向第二站点发送第一 PPDU，则图 6 所示的方法流程还包括：

S620，第一站点向第二站点发送第一 PPDU。

具体地，该实施例中，第一站点向第二站点发送第一 PPDU 包括：第一站点通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU，在剩余部分第一 PPDU 未发送的情况下，第一站点接收来自第二站点的第一停止帧。

第一站点通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 包括：第一站点通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 的过程中，每发出一个第一 PPDU 后，间隔一段时间发下一个第一 PPDU。发送相邻两个第一 PPDU 之间的时间间隔不发送其他的 PPDU 或者帧。例如，第一站点通过第一通信链路向第二站点发送第一 PPDU#1，间隔时长#1 之后，第一站点通过第一通信链路向第二站点发送第一 PPDU#2，第一 PPDU#1 和第一 PPDU#2 为待发送的多个第一 PPDU 中相邻的两个第一 PPDU，且在时长#1 内，第一站点未通过第一通信链路向第二站点发送其他的信息。

应理解，若对波束训练过程不进行干涉，第一站点将通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU，第二站点将通过第一通信链路向第一站点发送多个第二 PPDU，并完成较好波束的反馈。在 PPDU 的发送过程中，即使第一站点和/或第二站点已经训练到质量满足预设条件（如，SNR、SINR、RSSI 或信道等满足预设要求，或者成功解出对应 PPDU 的信令等字段、通过循环冗余校验(Cyclical Redundancy Check, CRC)、帧校验序列(Frame Check Sequence, FCS)等)的波束（如，发送波束和/或接收波束），PPDU 的发送过程也无法停止，因为高频通信中，PPDU 的发送端不会在每次发送 PPDU 后留一段时间来给接收端反馈响应(Ack)帧。

该实施例中为了提高波束训练的效率，可以通过低频通信链路（即上述的第二通信链路）发送停止帧，以使第一站点和/或第二站点可以主动停止波束训练的过程。例如，接收端已经获知了发送端的较好的发送波束和/或获知了接收端的较好的接收波束，接收端可以通过发送停止帧来告知可以停止高频通信链路上的用于波束训练的 PPDU 的发送。图 6 所示的方法流程还包括：

S630，第二站点进行波束训练。

在该实施例中，第二站点可以根据接收到的第一 PPDU 进行波束训练，当第二站点根据接收到的第一 PPDU 已经训练到质量满足预设条件的波束之后，该实施例中第二站点可以通过第一停止帧，指示第一站点停止发送第一 PPDU。

该实施例中对于预设条件不做限定，例如，预设条件可以是 RSSI、SNR、或 SINR 大于预设阈值。还例如，预设条件可以是第二站点成功解出对应第一 PPDU 的信令等字段、通过循环冗余校验(Cyclical Redundancy Check, CRC)、帧校验序列(Frame Check Sequence, FCS)等。

作为一种可能的实现方式，该实施例中第二站点进行波束训练的过程可以参考现有技术中关于接收端进行波束训练的方式，不同点在于该实施例中第二站点在训练得到质量满足预设条件的波束之后，可以通过第一停止帧，指示第一站点停止发送第一 PPDU。

作为另一种可能的实现方式，该实施例中若第二站点本地保存有第二映射表，该第二映射表中包括发送端发送波束信息和接收端接收波束信息的映射关系，第二站点进行波束训练的过程中，可以参考该

第二映射表。  
例如，第二站点本地保存的第二映射表如下表 3 所示：  
表 3

| 发送端发送波束 ID | 接收端接收波束 ID | SNR、信道等相关信息 |
|------------|------------|-------------|
| a          | o          | x           |
| b          | p          | y           |
| c          | q          | z           |
| ...        | ...        | ...         |

第二站点若通过第一通信链路接收到通过发送波束 a 发送的第一 PPDU，第二站点确定与发送波束 a 对应的接收波束为接收波束 o。

需要说明的是，表 3 中发送波束 ID 和接收波束 ID 用不同的字母，但 ID 也可以相同，例如，表 3 中的 o 可以等于 p。在进行波束训练时，可以优先选择 SNR 或信道等相关信息较好的波束对。另外，表 3 中的第三列（即 SNR、信道等相关信息）也可以不存在，可以通过波束对在列表中出现的顺序表示 SNR 或信道等条件从好到差（或从差到好）。

S640，第二站点向第一站点发送第一停止帧。

第二站点通过第二通信链路向第一站点发送第一停止帧，第一停止帧用于指示第一站点停止通过第一通信链路发送多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU。

示例性地，在该实施例中第二站点根据接收到的部分第一 PPDU 进行波束训练，确定满足预设条件的第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束之后，可以通过第二通信链路向第一站点发送第一停止帧。

该实施例中对于第二站点根据接收到的第一 PPDU 进行波束训练确定第一站点的较好的发送波束和/或确定第二站点的较好的接收波束的过程不做限定，可以参考现有技术中接收端进行波束训练的描述；或者，该实施例中第二站点在接收第一 PPDU 之前，已经通过第二通信链路接收到第一站点发送的用于发送第一 PPDU 的波束信息，第二站点可以基于发送第一 PPDU 的波束信息进行波束训练。

具体地，当第一站点作为发送端向第一站点发送用于波束训练的第一 PPDU 时，第二站点作为接收该第一 PPDU 的接收端。由上文所述，当接收端已经获知了发送端的较好的发送波束和/或获知了接收端的较好的接收波束的情况下，接收端可以通过发送停止帧来告知可以停止高频通信链路上的用于波束训练的 PPDU 的发送，则在该实施例中，当第二站点已经获知了发送端的较好的发送波束和/或获知了接收端的较好的接收波束的情况下，第二站点可以通过向第一站点发送第一停止帧，告知第一站点停止通过第一通信链路发送 PPDU。

该实施例中，第一站点是在发送了一部分第一 PPDU 之后，接收到第一停止帧。例如，第一站点和第二站点之间协商的结果包括，第一站点通过第一通信链路向第二站点发送 10 个第一 PPDU，第一站点在通过第一通信链路向第二站点发送 5 个第一 PPDU 之后，接收到上述的第一停止帧。

应理解，上述将指示第一站点停止发送第一 PPDU 的帧称为第一停止帧仅为示例，对本申请的保护范围不构成任何的限定。

由上文所述，第一站点可以作为波束训练的发起端，也可以作为波束训练的响应端。示例性地，第一站点作为波束训练过程中不同角色时，对第一停止帧的响应方式有所不同，包括但不限于以下几种可能的方式：

方式一：该第一站点作为波束训练的发起端，第一站点在接收到第一停止帧之后，可以停止发送待发送的剩余的第一 PPDU，且取消接收第二站点（响应端）的第二 PPDU，即波束训练结束。

在方式一所示的情况下，第一站点确定可以通过第一通信链路接收来自第二站点的多个第二 PPDU，多个第二 PPDU 用于训练第二站点的发送波束和/或第一站点的接收波束，第一站点响应于第一停止帧，停止发送第一 PPDU 以及取消接收多个第二 PPDU；或者说，第二站点响应于第一停止帧，取消发送多个第二 PPDU。

例如，第二站点基于接收到的部分第一 PPDU 已经能够训练得到质量满足预设条件的第一站点的发送波束和第二站点的接收波束，并且基于互异性，能够确定质量满足预设条件的第二站点的发送波束和第一站点的接收波束。可以通过第一停止帧，结束波束训练。

为了便于理解，结合图 7 详细介绍该方式一所示的情况下，第一站点如何响应该第一停止帧。

图 7 所示的情况下,第一站点和第二站点之间协商的结果为:第一站点将通过第一通信链路向第二站点发送 10 个第一 PPDU (第一 PPDU#1、第一 PPDU#2、第一 PPDU#3...第一 PPDU#10),第二站点将通过第一通信链路向第一站点发送 10 个第二 PPDU (第二 PPDU#1、第二 PPDU#2、第二 PPDU#3...第二 PPDU#10),实现波束训练。

当第一站点通过第一通信链路向第二站点发送 3 个第一 PPDU 之后(如,图 7 中所示的第一 PPDU#1、第一 PPDU#2 和第一 PPDU#3),第二站点已经根据该 3 个第一 PPDU 训练得到质量满足预设条件的第一站点的发送波束和第二站点的接收波束,以及能够确定质量满足预设条件的第二站点的发送波束和第一站点的接收波束,第二站点可以向第一站点发送第一停止帧(如,图 7 中所示的第一停止帧),指示第一站点停止发送第一 PPDU,并指示该第二站点也不再进行第二 PPDU 的传输。第一站点在接收到第一停止帧之后,可以停止发送第一 PPDU,并取消接收第二 PPDU,波束训练结束。

方式二:该第一站点作为波束训练的发起端,第一站点在接收到第一停止帧之后,可以停止发送待发送的剩余的第一 PPDU,但后续还是会接收到第二站点发送的至少一个第二 PPDU。

在方式二所示的情况下,第一站点确定可以通过第一通信链路接收来自第二站点的多个第二 PPDU,多个第二 PPDU 用于训练第二站点的发送波束和/或第一站点的接收波束,在第一站点通过第二通信链路接收来自第二站点的第一停止帧之后,第一站点还可以通过第一通信链路接收多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU。

例如,第二站点基于接收到的部分第一 PPDU 已经能够确定第一站点的发送波束和第二站点的接收波束,第二站点可以通过第一停止帧指示第一站点停止通过第一通信链路发送多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU,但是波束训练过程并未结束,第二站点可以通过第一通信链路向第一站点发送多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU,以便于第一站点根据接收到的第二 PPDU 确定第一站点的接收波束和第二站点的发送波束。

为了便于理解,结合图 8 和图 9 详细介绍方式二所示的情况下,第一站点如何响应该第一停止帧。

图 8 和图 9 所示的情况下,第一站点和第二站点之间协商的结果为:第一站点将通过第一通信链路向第二站点发送 10 个第一 PPDU (第一 PPDU#1、第一 PPDU#2、第一 PPDU#3...第一 PPDU#10),第二站点将通过第一通信链路向第一站点发送 10 个第二 PPDU (第二 PPDU#1、第二 PPDU#2、第二 PPDU#3...第二 PPDU#10),实现波束训练。

当第一站点通过第一通信链路向第二站点发送 3 个第一 PPDU 之后(如,图 8 中所示的第一 PPDU#1、第一 PPDU#2 和第一 PPDU#3),第二站点已经根据该 3 个第一 PPDU 训练得到质量满足预设条件的第一站点的发送波束和第二站点的接收波束,第二站点可以向第一站点发送第一停止帧(如,图 8 中所示的第一停止帧),指示第一站点停止发送第一 PPDU,第一站点在接收到第一停止帧之后,可以停止发送第一 PPDU,在第二站点通过第一通信链路向第一站点发送第二 PPDU 时,第一站点可以接收该第二 PPDU,并根据第二 PPDU 进行波束训练,训练得到质量满足预设条件的第一站点的接收波束和第二站点的发送波束。

可选地,图 8 中所示的为第一站点接收到第二站点发送的多个第二 PPDU 中的全部第二 PPDU。

可选地,图 9 中所示的为第一站点接收到第二站点发送的多个第二 PPDU 中的部分第二 PPDU。

应理解,若第一站点在接收到多个第二 PPDU 中的部分第二 PPDU 之后,就可以训练得到质量满足预设条件的第一站点的接收波束和第二站点的发送波束,第一站点可以通过第二停止帧指示第二站点停止通过第二通信链路发送多个第二 PPDU 中未发送的 PPDU。

如图 9 所示,当第二站点通过第一通信链路向第一站点发送 3 个第二 PPDU 之后(如,图 9 中所示的第二 PPDU#1、第二 PPDU#2 和第二 PPDU#3),第二站点已经根据该 3 个第二 PPDU 确定第一站点和第二站点之间用于通信的波束的信息,第一站点可以向第二站点发送第二停止帧(如,图 9 中所示的第二停止帧),指示第二站点停止发送第二 PPDU,第二站点在接收到第二停止帧之后,可以停止发送第二 PPDU。

可选地,第一站点和第二站点之间进行波束训练可以理解为进行 SLS, SLS 存在 ISS 阶段和 RSS 阶段,在方式二所示的情况下,第一停止帧可以理解为用于停止 ISS 阶段,并转换到 RSS 阶段。可选地,在方式二所示的情况下,第二站点可以通过第一停止帧告知第二站点发送第二 PPDU 的时间相关信息:或者,可以默认发送第一停止帧后多久第二站点将会发送第二 PPDU,该实施例中对于第二站点发送第二 PPDU 的时间不做限定。

方式三：该第一站点作为波束训练的响应端，第一站点在接收到第一停止帧之后，可以停止发送待发送的剩余的第一 PPDU，则波束训练结束。

在方式三所示的情况下，第一站点确定可以通过第一通信链路接收来自第二站点的多个第二 PPDU，多个第二 PPDU 用于训练第二站点的发送波束和/或第一站点的接收波束，在第一站点通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU 之前，第一站点通过第一通信链路接收来自第二站点的多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU。

例如，第二站点基于接收到的部分第一 PPDU 已经能够确定第一站点的发送波束和第二站点的接收波束。可以通过第一停止帧，结束波束训练。

为了便于理解，结合图 10 和图 11 详细介绍方式三所示的情况下，第一站点如何响应第一停止帧。

图 10 和图 11 所示的情况下，第一站点和第二站点之间协商的结果为：第一站点将通过第一通信链路向第二站点发送 10 个第一 PPDU（第一 PPDU#1、第一 PPDU#2、第一 PPDU#3...第一 PPDU#10），第二站点将通过第一通信链路向第一站点发送 10 个第二 PPDU（第二 PPDU#1、第二 PPDU#2、第二 PPDU#3...第二 PPDU#10），实现波束训练。

可选地，图 10 中所示的为第一站点接收到第二站点发送的多个第二 PPDU 中的全部第二 PPDU。当第一站点通过第一通信链路向第二站点发送 3 个第一 PPDU 之后（如，图 10 中所示的第一 PPDU#1、第一 PPDU#2 和第一 PPDU#3），第二站点已经根据该 3 个第一 PPDU 训练得到质量满足预设条件的第一站点和第二站点之间用于通信的波束的信息，第二站点可以向第一站点发送第一停止帧（如，图 10 中所示的第一停止帧），指示第一站点停止发送第一 PPDU，第一站点在接收到第一停止帧之后，可以停止发送第一 PPDU，波束训练结束。

可选地，若第一站点在接收到多个第二 PPDU 中的部分第二 PPDU 之后，就可以训练得到质量满足预设条件的第一站点的接收波束和第二站点的发送波束，第一站点可以通过第二停止帧指示第二站点停止通过第二通信链路发送多个第二 PPDU 中未发送的 PPDU。如图 11 所示，当第二站点通过第一通信链路向第一站点发送 3 个第二 PPDU 之后（如，图 11 中所示的第二 PPDU#1、第二 PPDU#2 和第二 PPDU#3），第一站点已经根据该 3 个第二 PPDU 训练得到质量满足预设条件的第一站点和第二站点之间用于通信的波束的信息，第一站点可以向第二站点发送第二停止帧（如，图 11 中所示的第二停止帧），指示第二站点停止发送第二 PPDU，第二站点在接收到第二停止帧之后，可以停止发送第二 PPDU，并转为接收第一站点的第一 PPDU。

可选地，在方式三所示的情况下，第一站点可以通过第二停止帧告知第一站点发送第一 PPDU 的时间相关信息；或者，可以默认发送第二停止帧后多久第一站点将会发送第一 PPDU，该实施例中对于第一站点发送第一 PPDU 的时间不做限定。

应理解，上述的方式二和方式三所示的情况下，第一站点需要根据接收到的第二 PPDU 进行波束训练，则图 6 所示的方法流程还可以包括：

S650，第二站点向第一站点发送第二 PPDU。

具体地，第二站点通过第一通信链路向第一站点发送多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU。由上述可知，第一站点进行波束训练得到质量满足预设条件的波束之后，可以通过第二停止帧指示第二站点停止发送第二 PPDU，即第二站点可能发送多个第二 PPDU 中的部分第二 PPDU 即可。

S660，第一站点进行波束训练。

具体地，第一站点根据接收到的全部或者部分第二 PPDU 进行波束训练。与上述的步骤 S630 中第二站点进行波束训练类似，该实施例中第一站点根据接收到的第二 PPDU 进行波束训练，包括但不限于以下两种可能的实现方式：

作为一种可能的实现方式，该实施例中第一站点进行波束训练的过程可以参考现有技术中关于接收端进行波束训练的方式，不同点在于该实施例中第一站点在训练得到质量满足预设条件的波束之后，可以通过第二停止帧，指示第二站点停止发送第二 PPDU。

作为另一种可能的实现方式，该实施例中若第一站点本地保存有第一映射表，该第一映射表中包括发送端发送波束信息和接收端接收波束信息的映射关系，第一站点进行波束训练的过程中，可以参考该第一映射表。

S670，第一站点向第二站点发送第二停止帧。

第一站点通过第二通信链路向第二站点发送第二停止帧，第二停止帧用于指示第二站点停止通过第

一通信链路发送多个第二 PPDU 中未发送的第二 PPDU。具体地，第二停止帧的发送方式可以参考上述的图 8 至图 11 中关于发送第二停止帧的描述，这里不再赘述。

另外，该实施例中不限制第一站点和/或第二站点是否在收到停止帧后立即停止 PPDU 的发送，因为有可能第一站点和/或第二站点需要响应时间进行停止帧的处理，该响应时间也可以在第二通信链路上进行协商。

示例性地，当第一站点在收到第一停止帧后未立即停止第一 PPDU 的发送，上述的未发送的 PPDU（如，多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU）可能不是所有的接收到第一停止帧时剩余的第一 PPDU，因为在第一站点进行第一停止帧的处理时，有可能仍会进行第一 PPDU 发送，即实际未发送的第一 PPDU 的数量可以等于或者少于接收到第一停止帧时剩余的未发送的第一 PPDU 的数量；同理，当第二站点在收到第二停止帧后未立即停止第二 PPDU 的发送，上述的未发送的 PPDU（如，多个第二 PPDU 中未发送的 PPDU）可能不是所有的接收到第二停止帧时剩余的第二 PPDU，因为在第二站点进行第二停止帧的处理时，有可能仍会进行第二 PPDU 发送，即实际未发送的第二 PPDU 的数量可以等于或者少于接收到第二停止帧时剩余的未发送的第二 PPDU 的数量。

例如，在第一站点通过第二通信链路接收来自第二站点的第一停止帧之后，第一站点响应于所述第一停止帧，在第一时长之后停止发送多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU。其中，第一时长可以为预定义的，例如，第一时长的设置可以考虑第一站点从第二通信链路接收到第一停止帧之后，处理第一停止帧所需的时长。需要说明的是，第一时长内第一站点还可以继续发送第一 PPDU。可选地，第一时长的粒度可以是多个第一 PPDU，如，第一站点接收到第一停止帧之后，再发送 X 个第一 PPDU 之后停止发送第一 PPDU。

还例如，在第二站点通过第二通信链路接收来自第一站点的第二停止帧之后，第二站点响应于所述第二停止帧，在第二时长之后停止发送多个第二 PPDU 中未发送的 PPDU。其中，第二时长可以为预定义的，如，第二时长的设置可以考虑第二站点从第二通信链路接收到第二停止帧之后，处理第二停止帧所需的时长。需要说明的是，第二时长内第二站点还可以继续发送第二 PPDU。可选地，第二时长的粒度可以是多个第二 PPDU，如，第二站点接收到第二停止帧之后，再发送 Y 个第二 PPDU 之后停止发送第二 PPDU。

另外，上述的停止帧中还可以携带其他信息。例如，停止帧中携带有接收端进行波束训练得到的波束的信息，从而可以无需通过其他信令传输训练结果，节省了信令开销。

可选地，第一停止帧中包括第一站点的至少一个发送波束的信息和/或第二站点的至少一个接收波束的信息，该至少一个发送波束和至少一个接收波束一一对应（或者说相匹配）。其中，发送波束和相匹配（或者说相对应）的接收波束，表示该发送波束和该相对应的接收波束为一对波束对，通过该发送波束发送的信息由该发送波束相对应的接收波束接收，能够得到较好的天线增益。

例如，第一站点的发送波束的信息用于指示第二站点确定的第一站点的满足预设要求的发送波束，第二站点的接收波束的信息用于指示第二站点确定的第二站点的满足预设要求的接收波束。

示例性地，第一停止帧中还可以包括第一站点的至少一个发送波束的质量信息和/或所述第二站点的至少一个接收波束的质量信息。

例如，第一停止帧中包括第一站点的至少一个发送波束的标识和至少一个发送波束中每个发送波束的质量信息，以及第二站点的至少一个接收波束和至少一个接收波束中每个接收波束的质量信息。

若第二站点为响应端设备，第一停止帧还可以包括指示第二站点后续是否发送第二 PPDU 的指示信息。

可选地，第二停止帧中包括第一站点的至少一个接收波束的信息和/或第二站点的至少一个发送波束的信息，该至少一个发送波束和至少一个接收波束一一对应（或者说相匹配）。

例如，第二站点的发送波束的信息用于指示第一站点确定的第二站点的满足预设要求的发送波束，第一站点的接收波束的信息用于指示第一站点确定的第一站点的满足预设要求的接收波束。

示例性地，第二停止帧中还可以包括第一站点的至少一个接收波束的质量信息和/或所述第二站点的至少一个发送波束的质量信息。

例如，第二停止帧中包括第二站点的至少一个发送波束的标识和至少一个发送波束中每个发送波束的质量信息，以及第一站点的至少一个接收波束的标识和至少一个接收波束中每个接收波束的质量信息。

若第一站点为响应端设备，第二停止帧还可以包括指示第一站点后续是否发送第一 PPDU 的指示信

息。

图 6 所示的通信方法中，两个多链路设备（如，第一站点和第二站点）建立通信连接之后（如，第一站点和第二站点之间建立有第一通信链路和第二通信链路），第一站点和第二站点之间可以进行波束训练，以获得较好的波束进行信息传输。具体地，该技术方案中，第一站点和第二站点之间进行波束训练包括：第一站点确定通过第一通信链路向第二站点发送用于波束训练（如，用于训练第一站点的发送波束和第二站点的接收波束）的多个第一 PPDU。在第一站点通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU，还有剩余的部分第一 PPDU 未发送的情况下，第一站点通过第二通信链路接收到来自第二站点的第一停止帧，该第一停止帧指示第一站点停止通过第一通信链路发送所述多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU，即在该技术方案中参与波束训练的站点可以通过停止帧主动停止波束训练过程中 PPDU 的发送，提高波束训练的效率。

本申请还提供一种通信方法，接收端可以在波束训练的过程中，通过低频反馈进行波束训练所得到的波束的信息，以使得发送端能够基于接收到的波束信息调整波束训练策略。下面结合图 12 详细介绍该通信方法。

S1210，第一站点和第二站点确定通过第一通信链路传输多个第一 PPDU 和多个第二 PPDU。

可以参考图 6 所示的通信方法中，步骤 S610 的描述，这里不再赘述。

示例性地，第一站点确定通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 之后，可以通过第一通信链路向第二站点发送第一 PPDU，则图 12 所示的方法流程还包括：

S1220，第一站点向第二站点发送第一 PPDU。

具体地，该实施例中，第一站点向第二站点发送第一 PPDU 包括：第一站点通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU，在剩余部分第一 PPDU 未发送的情况下，第一站点接收到来自第二站点的第一建议帧，该第一建议帧中包括第二站点进行波束训练得到的第一波束训练信息，该第一建议帧用于指示第一站点调整多个第一 PPDU 中的剩余第一 PPDU 的发送策略。

该实施例中，第一站点是在发送了一部分第一 PPDU 之后，接收到第一建议帧。例如，第一站点和第二站点之间协商的结果包括，第一站点通过第一通信链路向第二站点发送 10 个第一 PPDU，第一站点在通过第一通信链路向第二站点发送 5 个第一 PPDU 之后，接收到上述的第一建议帧。

应理解，上述将指示第一站点调整多个第一 PPDU 中的剩余第一 PPDU 的发送策略的帧称为第一建议帧仅为示例，对本申请的保护范围不构成任何的限定。

应理解，若对波束训练过程不进行干涉，第一站点将通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU，第二站点将通过第一通信链路向第一站点发送多个第二 PPDU，并完成较好波束的反馈。在 PPDU 的发送过程中，即使第一站点和/或第二站点已经训练到质量满足预设条件（如，SNR、信道等满足预设要求）的波束（如，发送波束和/或接收波束），PPDU 的发送过程也不会发生改变，波束训练的过程不够灵活。

该实施例中为了提高波束训练的灵活性，可以通过低频通信链路（即上述的第二通信链路）发送建议帧，以使得第一站点和/或第二站点可以基于接收到的建议帧及时调整波束训练过程中的 PPDU 的发送。例如，接收端可以在波束训练结束前告知发送端已测量得到的一些波束信息，接收端可以通过发送建议帧来告知满足一定条件（如 SNR 或 RSSI 等大于一定阈值，或接收端成功解出对应 PPDU 的信令等字段、通过循环冗余校验(Cyclical Redundancy Check, CRC)、帧校验序列(Frame Check Sequence, FCS)等）的波束，有助于发送端在发送 PPDU 的时候可以进一步调整波束训练策略。图 12 所示的方法流程还包括：

S1230，第二站点进行波束训练。

可以参考图 6 所示的通信方法中，步骤 S630 的描述，这里不再赘述。

S1240，第二站点向第一站点发送第一建议帧。

第二站点通过第二通信链路向第一站点发送第一建议帧，第一建议帧用于指示第一站点调整多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU 的发送策略。

由上文所述，第一站点可以作为波束训练的发起端，也可以作为波束训练的响应端。示例性地，第一站点作为波束训练过程中不同角色时，接收第一建议帧的方式有所不同，包括但不限于以下两种可能的方式：

方式四：该第一站点作为波束训练的发起端，第一站点在接收到第一建议帧之后，调整剩余第一 PPDU 的发送策略，并接收第二站点（响应端）的第二 PPDU。

在方式四所示的情况下，第一站点确定可以通过第一通信链路接收来自第二站点的多个第二 PPDU，多个第二 PPDU 用于训练第二站点的发送波束和/或第一站点的接收波束，第一站点响应于第一建议帧，调整多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU 的发送策略，并且在第一站点侧第一 PPDU 传输结束之后，第一站点通过第一通信链路接收来自第二站点的多个第二 PPDU。

为了便于理解，结合图 13 和图 14 详细介绍该方式四所示的情况下，第一建议帧的传输方式。

图 13 和图 14 所示的情况下，第一站点和第二站点之间协商的结果为：第一站点将通过第一通信链路向第二站点发送 10 个第一 PPDU（第一 PPDU#1、第一 PPDU#2、第一 PPDU#3...第一 PPDU#10），第二站点将通过第一通信链路向第一站点发送 10 个第二 PPDU（第二 PPDU#1、第二 PPDU#2、第二 PPDU#3...第二 PPDU#10），实现波束训练。

应理解，图 13 和图 14 所示的情况下，第一建议帧和/或第二建议帧并未指示调整 PPDU 的数量，但不限定建议帧不可以调整 PPDU 数量，只是该示例中未体现。

可选地，图 13 中所示的为第一站点接收到第二站点发送的多个第二 PPDU 中的全部第二 PPDU 过程中未反馈第二建议帧。

例如，当第一站点通过第一通信链路向第二站点发送 3 个第一 PPDU 之后（如，图 13 中所示的第一 PPDU#1、第一 PPDU#2 和第一 PPDU#3），第二站点可以向第一站点发送第一建议帧（如，图 13 中所示的第一建议帧），提供波束信息，以使得第一站点可以根据第一建议帧调整后续的第一 PPDU 发送策略，在第一站点的第一 PPDU 发送结束之后，第二站点向第一站点发送第二 PPDU。

可选地，图 14 中所示的为第一站点接收到第二站点发送的多个第二 PPDU 中的部分第二 PPDU 之后，反馈第二建议帧，以使得第二站点可以根据第二建议帧调整后续的第二 PPDU 发送策略。

例如，当第一站点通过第一通信链路向第二站点发送 3 个第一 PPDU 之后（如，图 13 中所示的第一 PPDU#1、第一 PPDU#2 和第一 PPDU#3），第二站点可以向第一站点发送第一建议帧（如，图 13 中所示的第一建议帧），提供波束信息，以使得第一站点可以根据第一建议帧调整后续的第一 PPDU 发送策略，在第一站点的第一 PPDU 发送结束之后，第一站点通过第一通信链路接收来自第二站点的多个第二 PPDU 中的部分第二 PPDU，并且通过第二通信链路向第二站点发送第二建议帧，第二建议帧中包括第一站点进行波束训练得到的第二波束训练信息。

如图 14 所示，当第二站点通过第一通信链路向第一站点发送 3 个第二 PPDU 之后（如，图 14 中所示的第二 PPDU#1、第二 PPDU#2 和第二 PPDU#3），第一站点可以向第二站点发送第二建议帧（如，图 14 中所示的第二建议帧），指示第二站点调整后续的第二 PPDU 发送策略。

可选地，在方式四所示的情况下，第二站点可以通过第一建议帧告知第二站点发送第二 PPDU 的时间相关信息；或者，可以默认发送第一建议帧后多久第二站点将会发送第二 PPDU，该实施例中对于第二站点发送第二 PPDU 的时间不做限定。

方式五：该第一站点作为波束训练的响应端。

在方式五所示的情况下，第一站点确定可以通过第一通信链路接收来自第二站点的多个第二 PPDU，多个第二 PPDU 用于训练第二站点的发送波束和/或第一站点的接收波束，在第一站点通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU 之前，第一站点通过第一通信链路接收来自第二站点的多个第二 PPDU。

为了便于理解，结合图 15 和图 16 详细介绍该方式五所示的情况下，第一建议帧的传输方式。

图 15 和图 16 所示的情况下，第一站点和第二站点之间协商的结果为：第一站点将通过第一通信链路向第二站点发送 10 个第一 PPDU（第一 PPDU#1、第一 PPDU#2、第一 PPDU#3...第一 PPDU#10），第二站点将通过第一通信链路向第一站点发送 10 个第二 PPDU（第二 PPDU#1、第二 PPDU#2、第二 PPDU#3...第二 PPDU#10），实现波束训练。

应理解，图 15 和图 16 所示的情况下，第一建议帧和/或第二建议帧并未指示调整 PPDU 的数量，但不限定建议帧不可以调整 PPDU 数量，也不限定建议帧不可以调整在某波束上发送的 PPDU 的数量，只是该示例中未体现。

可选地，图 15 中所示的为第一站点接收到第二站点发送的多个第二 PPDU 中的全部第二 PPDU 过程中未反馈第二建议帧。

如图 15 中所示，第一站点通过第一通信链路接收来自第二站点的多个第二 PPDU 之后，第一站点通过第一通信链路向第二站点发送 3 个第一 PPDU 之后（如，图 10 中所示的第一 PPDU#1、第一 PPDU#2

和第一 PPDU#3)，第二站点可以向第一站点发送第一建议帧（如，图 15 中所示的第一建议帧），提供波束信息，以使得第一站点可以根据第一建议帧调整后续的第一 PPDU 发送策略。

可选地，图 16 中所示的为第一站点接收到第二站点发送的多个第二 PPDU 中的部分第二 PPDU 之后，可以反馈第二建议帧，以使得第二站点可以根据第二建议帧调整后续的第二 PPDU 发送策略。

如图 16 中所示，当第二站点通过第一通信链路向第一站点发送 3 个第二 PPDU 之后（如，图 16 中所示的第二 PPDU#1、第二 PPDU#2 和第二 PPDU#3），第一站点可以向第二站点发送第二建议帧（如，图 16 中所示的第二建议帧），指示第二站点调整后续的第二 PPDU 发送策略。在第二站点的第二 PPDU 发送结束之后，第一站点向第二站点发送第一 PPDU。

可选地，在方式五所示的情况下，第一站点可以通过第二建议帧告知第一站点发送第一 PPDU 的时间相关信息；或者，可以默认发送第二建议帧后多久第一站点将会发送第一 PPDU，该实施例中对于第一站点发送第一 PPDU 的时间不做限定。

S1250，第一站点响应于第一建议帧，调整剩余第一 PPDU 的发送策略。

具体地，第一站点和第二站点在进行波束训练之前，可以通过第一通信链路和/或第二通信链路协商波束训练过程中发送的 PPDU 的信息。该实施例中对于第一站点和第二站点在进行波束训练之前如何协商波束训练过程中所发送的 PPDU 的信息不做任何的限定。

例如，该实施例中第一站点和第二站点之间可以通过第一通信链路（即高频通信链路）协商波束训练过程中所发送的 PPDU 的信息，具体协商过程可以参考目前相关技术中关于站点之间协商波束训练过程相关参数过程的描述（如，SLS 流程中协商等），这里不再赘述。

还例如，该实施例中由于第一站点和第二站点为多链路设备，第一站点和第二站点之间可以通过第二通信链路（即低频通信链路）协商波束训练过程中所发送的 PPDU 的信息，具体协商过程可以参考下文图中图 18 所示的通信方法中，关于第一站点和第二站点协商 PPDU 的信息的描述将在下述图 12 所示的实施例中进行详细说明，这里不进行详述。

该实施例中主要涉及在波束训练的过程中，第一站点和/或第二站点之间可以通过建议帧调整发送端发送 PPDU 的发送波束。

具体地，该实施例中第一建议帧中包括的信息包括但不限于以下两种可能的实现方式：

作为一种可能的实现方式，第一建议帧中包括满足预设条件的至少一个所述第一站点的发送波束信息。

例如，当第二站点进行波束训练时，第二站点可以在波束训练结束前通过第一建议帧，告知自身确定的一些波束训练信息。如，当第二站点测得的波束满足一定条件（如，SNR、RSSI、SINR 等大于一定阈值，或第二站点成功解出对应第一 PPDU 的信令等字段、通过 CRC、FCS 校验等），第二站点可以向第一站发送第一建议帧，该第一建议帧用以告知相关波束信息，如满足条件的波束对应的编号、SNR、RSSI、SINR、信道状态信息等。

在该实现方式下，第一站点响应于所述第一建议帧确定多个第一 PPDU 中的剩余第一 PPDU 的发送策略，包括：第一站点响应于第一建议帧确定发送多个第一 PPDU 中的剩余第一 PPDU 的发送波束的方向。

在该实现方式下，第一建议帧中包括的至少一个第一站点的发送波束信息，有助于第一站点在发送剩余的第一 PPDU 的时候可以进一步调整波束训练策略，如更改发送后续第一 PPDU 的波束 ID 等，以期更加精确的波束训练。

为了便于理解，结合具体的示例说明，该实现方式下第一站点如何基于第一建议帧调整波束训练策略。

示例一：

在波束训练过程中，若第二站点没有通过第一建议帧提供满足预设条件的至少一个所述第一站点的发送波束信息，第一站点可以向各方向发送第一 PPDU，以使得第二站点能够收到至少一个第一 PPDU，如图 17 中（a）所示，图 17 中（a）中的 T 表示第一站点（即发送端），图 17 中（a）中的 R 表示第二站点（即接收端）。

若第二站点通过第一建议帧提供满足预设条件的至少一个所述第一站点的发送波束信息，第一站点可以将发送第一 PPDU 的发送波束的方向调整为满足预设条件的波束方向接近的方向，以使得第二站点可以更高效地进行第一 PPDU 的接收。如图 17 中（b）所示，图 17 中（b）#1 和 #2 分别表示收到第一建

议帧之前和收到第一建议帧之后第一站点发送第一 PPDU 的发送波束的方向。

从图 17 中 (a) 和 (b) 可以发现, 由于第一站点在波束训练过程中, 通过第一建议帧已知部分较好的发送波束, 因此第一站点可以采取更加适合的发送波束进行更精确的波束训练。

作为另一种可能的实现方式, 第一建议帧中包括第一站点的第一发送波束信息。该第一发送波束为第二站点指示的可以继续发送第一 PPDU 的波束。

在该实现方式下, 第一站点响应于所述第一建议帧确定多个第一 PPDU 中的剩余第一 PPDU 的发送策略, 包括: 第一站点响应于第一建议帧确定多个第一 PPDU 中的剩余第一 PPDU 中的部分或者全部在第一发送波束发送。

可选地, 第一站点和第二站点可以在低频协商在第一发送波束上发送第一 PPDU 的次数。例如, 第二站点通过第二通信链路向第一站点发送第三指示信息, 第三指示信息用于指示通过第一发送波束发送第一 PPDU 的次数。

可选地, 上述的在第一发送波束发送第一 PPDU 的次数也可以是预定义, 或者, 也可以是第二站点建议第一站点可以在第一发送波束多发一定次数。

为了便于理解, 结合具体的示例说明, 该实现方式下第一站点如何基于第一建议帧调整波束训练策略。

示例二:

在波束训练过程中, 若第二站点没有通过第一建议帧提供第一发送波束信息, 第一站点可以向各方向发送第一 PPDU, 以使得第二站点能够收到至少一个第一 PPDU, 如图 17 中 (a) 所示。

若第二站点通过第一建议帧提供第一发送波束信息, 第一站点可以在第一发送波束重复发送第一 PPDU, 以使得第二站点可以更高效地进行接收波束训练。如图 17 中 (c) 所示, 图 17 中 (c) #1 和 #2 分别表示收到第一建议帧之前和收到第一建议帧 (如, 第一建议帧中携带的是波束 #2 的信息) 之后第一站点发送第一 PPDU 的发送波束的方向。

示例性地, 该实施例中, 第一站点需要根据接收到的第二 PPDU 进行波束训练, 则图 12 所示的方法流程还可以包括:

S1260, 第二站点向第一站点发送第二 PPDU。

具体地, 第二站点通过第一通信链路向第一站点发送多个第二 PPDU。由上述可知, 第一站点可以通过第二建议帧指示第二站点调整发送第二 PPDU 的发送波束。

S1270, 第一站点进行波束训练。

可以参考图 6 所示的通信方法中, 步骤 S660 的描述, 这里不再赘述。

S1280, 第一站点向第二站点发送第二建议帧。

第一站点通过第二通信链路向第二站点发送第二建议帧, 第二建议帧用于指示第二站点调整发送多个第二 PPDU 中未发送的第二 PPDU 的发送波束。具体地, 第二建议帧的发送方式可以参考上述的图 13 至图 16 中关于发送第二建议帧的描述, 这里不再赘述。

S1290, 第二站点响应于第二建议帧, 调整剩余第二 PPDU 的发送策略。

具体地, 该实施例中第二建议帧中包括的信息包括但不限于以下两种可能的实现方式:

作为一种可能的实现方式, 第二建议帧中包括满足预设条件的至少一个所述第二站点的发送波束信息。

例如, 当第一站点进行波束训练时, 第一站点可以在波束训练结束前通过第二建议帧, 告知自身确定的一些波束训练信息。如, 当第一站点测得的波束满足一定条件 (如, SNR、RSSI、SINR 等大于一定阈值, 或第一站点成功解出对应第二 PPDU 的信令等字段、通过 CRC、FCS 校验等), 第一站点可以向第二站点发送第二建议帧, 该第二建议帧用以告知相关波束信息, 如满足条件的波束对应的编号、SNR、RSSI、SINR、信道状态信息等。

在该实现方式下, 第二站点响应于所述第二建议帧确定多个第二 PPDU 中的剩余第二 PPDU 的发送策略, 包括: 第二站点响应于第二建议帧确定发送多个第二 PPDU 中的剩余第二 PPDU 的发送波束的方向。

在该实现方式下, 第二建议帧中包括的至少一个第二站点的发送波束信息, 有助于第二站点在发送剩余的第二 PPDU 的时候可以进一步调整波束训练策略, 如更改发送后续第二 PPDU 的波束 ID 等, 以期更加精确的波束训练。

作为另一种可能的实现方式，第二建议帧中包括第二站点的第二发送波束信息。该第二发送波束为第一站点指示的可以继续发送第二 PPDU 的波束。

在该实现方式下，第二站点响应于所述第二建议帧确定多个第二 PPDU 中的剩余第二 PPDU 的发送策略，包括：第二站点响应于第二建议帧确定多个第二 PPDU 中的剩余第二 PPDU 中的部分或者全部在第二发送波束发送。

可选地，第一站点和第二站点可以在低频协商在第二发送波束上发送第二 PPDU 的次数。例如，第一站点通过第二通信链路向第二站点发送第四指示信息，第四指示信息用于指示通过第二发送波束发送第二 PPDU 的次数。

可选地，上述的在第二发送波束发送第二 PPDU 的次数也可以是预定义，或者，也可以是第一站点建议第二站点可以在第二发送波束多发一定次数。

图 12 所示的通信方法中，在第一站点通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU，还有剩余的部分第一 PPDU 未发送的情况下（或者说波束训练过程中，即波束训练还未结束），第一站点通过第二通信链路接收到来自第二站点的第一建议帧，该第一建议帧中包括第二站点基于接收到的部分第一 PPDU 进行波束训练的波束信息，波束信息的告知有助于第一站点在发送剩余的第一 PPDU 的时候可以基于该波束信息进一步调整波束训练策略，以期提高波束训练的精度。

需要说明的是，上述图 6 中所示的停止帧和图 12 中所示的建议帧，可以是同一个帧的不同能力，例如，第二站点向第一站点发送帧#1，该帧#1 中包括满足预设条件的第一站点的发送波束的信息时，第一站点响应于该帧#1 可以是停止发送第一 PPDU（相当于接收到第一停止帧），或者，第一站点响应于该帧#1 可以是调整后续发送第一 PPDU 的发送波束（相当于接收到第一建议帧）。

还需要说明的是，上述的图 6 所示的通信方法和图 12 所示的通信方法可以结合使用，例如，第二站点在发送第一建议帧之后，还可以发送第一停止帧。具体结合方式本申请中不做限定。

另外，上述图 6 所示的发送停止帧的过程，以及图 12 中所示的发送建议帧的过程可以理解为重协商过程或建议过程，其中，重协商过程可以理解为在协商之后通过停止帧和/或建议帧改变已协商的参数，建议过程可以理解为在协商之后通过停止帧和/或建议帧，建议发送端改变已协商的参数。示例性地，设备间可以在波束训练的过程中进行重协商，调整协商好的波束训练流程中的各种参数，如时间相关的参数、发送 PPDU 次数、发送波束等相关参数。如果时间参数或发送 PPDU 次数改变，可能会使原来的波束训练流程发生变化（如，波束训练所需的时长变化）。例如，上述的停止帧和/或建议帧可以理解为一个重协商或建议的内容，即发送某帧表示某阶段或整个波束训练的停止。还例如，重协商过程或建议过程以设备双方的交互来呈现，如响应端发第一建议帧，发送端响应于该第一建议帧反馈第一建议响应帧；或者发送端可能拒绝第一建议帧的建议，重新建议等等；还如，响应端发第一停止帧，发送端响应于该第一停止帧反馈第一停止响应帧；或者发送端可能拒绝第一停止帧的建议，重新建议等等。

示例性地，如果有一个发起端与多个响应端，发起端还可以通过广播或一一告知的方式来通知新的波束训练的相关信息，以达到各个设备都获知相应改变的目的。

本申请还提供一种通信方法，通过低频通信链路协商波束训练，发送 PPDU 的波束的信息，以期提高波束训练的效率。下面结合图 18 详细介绍该通信方法。

图 18 是本申请实施例提供的一种通信方法的示意性流程图，包括以下步骤：

在该实施例中，第一站点和第二站点之间进行波束过程中，发送 PPDU 的波束的信息可以通过第二通信链路进行协商，具体地，第一站点和第二站点之间协商发送 PPDU 的波束的信息包括：

S1820，第一站点向第二站点发送第二信息。

第二信息包括用于发送多个第一 PPDU 的多个发送波束的信息。

示例性地，多个第一 PPDU 的多个发送波束的信息的顺序和多个第一 PPDU 的顺序一一对应。例如，多个第一 PPDU 的顺序为第一 PPDU#1、第一 PPDU#2、...、第一 PPDU#N，多个发送波束的信息顺序为第一 PPDU#1 的发送波束的信息、第一 PPDU#2 的发送波束的信息、...、第一 PPDU#N 的发送波束的信息。

示例性地，该实施例中第一站点和第二站点之间协商发送 PPDU 的波束的信息可以是在确定第一站点和第二站点之间需要通过第一通信链路传输多个第一 PPDU 和多个第二 PPDU 之后，即确定进行波束训练之前，也可以是在确定进行波束训练之前即可以进行发送 PPDU 的波束的信息的协商，可选地，图 18 所示的方法流程还可以包括：

S1810, 第一站点和第二站点确定通过第一通信链路传输多个第一 PPDU 和多个第二 PPDU。

可以参考图 6 所示的通信方法中, 步骤 S610 的描述, 这里不再赘述。

该实施例中所涉及的波束的信息可以理解为用于表征波束的信息, 包括但不限于: 射频链的信息、天线的信息、扇区的信息、天线权重向量的信息等能够用于表征波束的参数信息。例如, 第二信息包括以下信息中的至少一项:

发送第一 PPDU 的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量标识。

可选地, 第二信息还可以包括指示第二站点是否通过准全向方式接收第一 PPDU 的信息。

可选地第二信息还可以包括第一 PPDU 的数目、发送第一 PPDU 的起始时刻、第一 PPDU 的传输时长、或相邻两个所述第一 PPDU 的发送间隔等信息。

为了便于理解, 结合具体的示例, 说明第二信息包括的内容。

示例三:

第一站点将通过第一通信链路向第二站点发送 10 个第一 PPDU (第一 PPDU#1、第一 PPDU#2、第一 PPDU#3... 第一 PPDU#10), 则第二信息中包括发送该 10 个第一 PPDU 的波束相关信息。

如, 第二信息中包括发送第一 PPDU#1 的发送波束 ID、射频链 ID、天线 ID、扇区 ID、天线权重向量 ID 等, 另外, 第二信息中还可以包括指示第二站点是否使用准全向模式接收该第一 PPDU#1 的信息;

第二信息中包括发送第一 PPDU#2 的发送波束 ID、射频链 ID、天线 ID、扇区 ID、天线权重向量 ID 等, 另外, 第二信息中还可以包括指示第二站点是否使用准全向模式接收该第一 PPDU#2 的信息等等, 对于其他第一 PPDU (第一 PPDU#3... 第一 PPDU#10) 第二信息中包括的信息与上述的第二信息中包括的第一 PPDU#1 和第一 PPDU#2 的波束信息类似, 这里不再赘述。

该第二信息可以告知每个用于波束训练的第一 PPDU 的波束相关信息, 便于第二站点能够更好地训练第二站点的接收波束和/或第一站点的发送波束。第二站点可以提前获知某时刻发送第一 PPDU 的波束相关信息, 如扇区方向, 因此可以直接在对应的时刻开启定向接收波束训练, 或先准全向再定向接收波束训练, 提高波束训练的效率。

另外, 为了更高效的进行波束训练, 可以允许在上述波束训练过程, 第一站点发送的某个或者多个第一 PPDU 存在第二训练字段。

为了便于理解, 下面以某个第一 PPDU 存在第二训练字段为例进行说明。示例性地, 第一 PPDU 中存在的第二训练字段能够从以下两个方面提高波束训练效率:

作为一种可能的实现方式, 第二训练字段可以通过发送第一 PPDU 的波束进行发送。

例如, 第一 PPDU#1 存在第二训练字段, 发送第一 PPDU#1 的发送波束为波束#1, 该第二训练字段可以通过波束#1 进行发送, 发送的次数可以为 N 次, N 为正整数。

在该实现方式下, 可以通过相同的波束, 发送第一 PPDU 以及该第一 PPDU 的第二训练字段, 从而可以有助于第二站点更高效地训练波束, 如, 对于第一站点的同一个发送波束, 第二站点存在多个较好的匹配的接收波束, 则可以在同一个 PPDU 中完成多个接收波束的测试。

作为另一种可能的实现方式, 第二训练字段可以通过除发送第一 PPDU 的波束之外的波束进行发送。

例如, 第一 PPDU#1 存在第二训练字段, 发送第一 PPDU#1 的发送波束为波束#1, 该第二训练字段可以通过除波束#1 之外的其他波束进行发送, 如, 第二训练字段通过波束#2、波束#3、或波束#4 进行发送。

在该实现方式下, 第一站点在同一个 PPDU 对应的发送波束可以有多个, 可以有助于第二站点更高效地训练波束, 如, 第二站点可以在同一个 PPDU 中测试更多接收波束。

可选地, 第二训练字段可以是长训练字段。

应理解, 不同的第一 PPDU 中存在的第二训练字段可以不同, 如, 第一 PPDU#1 存在的第二训练字段#1 通过发送第一 PPDU#1 的波束进行发送, 而第一 PPDU#2 存在的第二训练字段#2 通过除发送第一 PPDU#2 的波束之外的波束进行发送。

示例性地, 当第一 PPDU 中存在第二训练字段的情况下, 第一站点可以通过第二通信链路告知第二训练字段发送的次数, 和/或, 发送第二训练字段的波束的信息。

例如, 第一站点通过第二通信链路向第二站点发送第二指示信息, 第二指示信息用于指示第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束发送的次数, 或第二指示信息用于指示发送第二训练字段的波束。示例性地, 第二指示信息用于指示发送第二训练字段的波束相关的信息, 如, 第二指示信息用于指示发

送第二训练字段的发送扇区数、重复次数、波束 ID 信息等等。

作为一种可能的实现方式，若第二训练字段通过发送第一 PPDU 的波束进行发送，第一站点可以通过第二指示信息指示发送的次数 N。

作为另一种可能的实现方式，若第二训练字段通过除发送第一 PPDU 的波束之外的波束进行发送第一站点可以通过第二指示信息指示发送第二训练字段的波束。

示例性地，当第一 PPDU 存在第二训练字段时，可以参考上文图中图 6 和/或图 12 中所示的调整 PPDU 传输（如，调整发送 PPDU 的波束的参数、方向、数目等配置）的方式调整发送第二训练字段的波束的参数、方向、数目等配置。可以理解为：前文中所涉及的调整 PPDU 传输的方案（如，停止发送 PPDU 和/或调传输 PPDU 的参数）可以应用在调整训练字段的参数中。

另外，需要说明的是，波束训练过程中第二站点需要向第一站点发送多个用于波束训练的第二 PPDU，为了提高波束训练的效率，第二站点的发送第二 PPDU 的波束的信息也可以通过第二通信链路协商，则图 18 所示的通信方法还可以包括：

S1830，第二站点向第一站点发送第一信息。

第一信息包括用于发送多个第二 PPDU 的多个波束的信息。

示例性地，多个第二 PPDU 的多个发送波束的信息的顺序和多个第二 PPDU 的顺序一一对应。例如，多个第二 PPDU 的顺序为第二 PPDU#1、第二 PPDU#2、...、第二 PPDU#M，多个发送波束的信息顺序为第二 PPDU#1 的发送波束的信息、第二 PPDU#2 的发送波束的信息、...、第二 PPDU#M 的发送波束的信息。

示例性地，第一信息包括以下信息中的至少一项：

发送所述第二 PPDU 的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量标识。

可选地，第一信息还可以包括指示第一站点是否通过准全向方式接收第二 PPDU 的信息。

可选地，第一信息还可以包括第二 PPDU 的数目、发送第二 PPDU 的起始时刻、第二 PPDU 的传输时长、或相邻两个所述第二 PPDU 的发送间隔等信息。

为了便于理解，结合具体的示例，说明第一信息包括的内容。

示例四：

第二站点将通过第一通信链路向第一站点发送 10 个第二 PPDU（第二 PPDU#1、第二 PPDU#2、第二 PPDU#3...第二 PPDU#10），则第一信息中包括发送该 10 个第二 PPDU 的波束相关信息。

如，第一信息中包括发送第二 PPDU#1 的发送波束 ID、射频链 ID、天线 ID、扇区 ID、天线权重向量 ID 等，另外，第一信息中还可以包括指示第一站点是否使用准全向模式接收该第二 PPDU#1 的信息；

第一信息中包括发送第二 PPDU#2 的发送波束 ID、射频链 ID、天线 ID、扇区 ID、天线权重向量 ID 等，另外，第一信息中还可以包括指示第一站点是否使用准全向模式接收该第二 PPDU#2 的信息等等，对于其他第二 PPDU（第二 PPDU#3...第二 PPDU#10）第一信息中包括的信息与上述的第一信息中包括的第二 PPDU#1 和第二 PPDU#2 的波束信息类似，这里不再赘述。

该第一信息可以告知每个用于波束训练的第二 PPDU 的波束相关信息，便于第一站点能够更好地训练第一站点的接收波束和/或第二站点的发送波束。第一站点可以提前获知某时刻发送第二 PPDU 的波束相关信息，如扇区方向，因此可以直接在对应的时刻开启定向接收波束训练，或先准全向再定向接收波束训练，提高波束训练的效率。

另外，为了更高效的进行波束训练，可以允许在上述波束训练过程，第二站点发送的某个或者多个第二 PPDU 存在第一训练字段（Training Fields）。

为了便于理解，下面以某个第二 PPDU 存在第一训练字段为例进行说明。示例性地，第二 PPDU 中存在的第二训练字段能够从以下两个方面提高波束训练效率：

作为一种可能的实现方式，第一训练字段可以通过发送第二 PPDU 的波束进行发送。

例如，第二 PPDU#1 存在第一训练字段，发送第二 PPDU#1 的发送波束为波束#a，该第一训练字段可以通过波束#a进行发送，发送的次数可以为 M 次，M 为正整数。

在该实现方式下，可以通过相同的波束，发送第二 PPDU 以及该第二 PPDU 的第一训练字段，从而可以有助于第一站点更高效地训练波束，如，对于第二站点的同一个发送波束，第一站点存在多个较好的匹配的接收波束，则可以在同一个 PPDU 中完成多个接收波束的测试。

作为另一种可能的实现方式，第一训练字段可以通过除发送第二 PPDU 的波束之外的波束进行发送。

例如，第二 PPDU#1 存在第一训练字段，发送第二 PPDU#1 的发送波束为波束#1，该第一训练字段可以通过除波束#1 之外的其他波束进行发送，如，第一训练字段通过波束#2、波束#3、或波束#4 进行发送。

在该实现方式下，第二站点在同一个 PPDU 对应的发送波束可以有多个，可以有助于第一站点更高效地训练波束，如，第一站点可以在同一个 PPDU 中测试更多接收波束。

可选地，第一训练字段可以是长训练字段。

应理解，不同的第二 PPDU 中存在的第一训练字段可以不同，如，第二 PPDU#1 存在的第一训练字段#1 通过发送第二 PPDU#1 的波束进行发送，而第二 PPDU#2 存在的第一训练字段#2 通过除发送第二 PPDU#2 的波束之外的波束进行发送。

示例性地，当第二 PPDU 中存在第一训练字段的情况下，第二站点可以通过第二通信链路告知第一训练字段发送的次数，和/或，发送第一训练字段的波束的信息。

例如，第二站点通过第二通信链路向第一站点发送第一指示信息，第一指示信息用于指示第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束发送的次数，或第一指示信息用于指示发送第一训练字段的波束。示例性地，第一指示信息用于指示发送第一训练字段的波束相关的信息，如，第一指示信息用于指示发送第一训练字段的发送扇区数、重复次数、波束 ID 信息等等。

作为一种可能的实现方式，若第一训练字段通过发送第二 PPDU 的波束进行发送，第二站点可以通过第一指示信息指示发送的次数 M。

作为另一种可能的实现方式，若第一训练字段通过除发送第二 PPDU 的波束之外的波束进行发送，第二站点可以通过第一指示信息指示发送第一训练字段的波束。

示例性地，当第二 PPDU 存在第一训练字段时，可以参考上文图中图 6 和/或图 12 中所示的调整 PPDU 传输（如，调整发送 PPDU 的波束的参数、方向、数目等配置）的方式调整发送第一训练字段的波束的参数、方向、数目等配置。可以理解为：前文中所涉及的调整 PPDU 传输的方案（如，停止发送 PPDU 和/或调传输 PPDU 的参数）可以应用在调整训练字段的参数中。

应理解，该实施例中对于第一站点和第二站点之间协商波束训练过程中发送 PPDU 的波束的信息的时机不做限制，可以是在确定需要进行波束训练之后，也可以是在确定需要进行波束之前进行协商。例如，可以是在第一站点和第二站点之间第一通信链路运行的频段上用于传输信息的波束失效之后，第一站点和第二站点之间再通过第二通信链路协商波束训练过程中发送 PPDU 的波束的信息。

进一步地，第一站点向第二站点发送上述的第二信息之后，可以基于该第二信息通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 中的全部或者部分第一 PPDU，则图 12 所示的方法流程还包括：

S1840，第一站点向第二站点发送第一 PPDU。

具体地，第一站点通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 中的部分或全部第一 PPDU。

作为一种可能的实现方式，第一站点通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 中的全部第一 PPDU。

在该实现方式下，第一站点和第二站点之间协商波束训练过程中发送 PPDU 的波束的信息之后，第一站点和第二站点之间发送 PPDU 的过程和现有技术中波束训练过程中 PPDU 的发送类似。

例如，第一站点通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU，不同点在于，在该实施例中，第一站点和第二站点之间协商过波束训练过程中发送 PPDU 的波束的信息，从而第二站点可以按照提前协商的发送 PPDU 的波束的信息进行接收，能够提高波束训练效率。

作为另一种可能的实现方式，第一站点通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU。

在该实现方式下，第一站点和第二站点之间协商波束训练过程中发送 PPDU 的波束的信息之后，第一站点发送第一 PPDU 的过程可以参考上述图 6 所示的通信方法中所示的第一 PPDU 发送，即第二站点进行波束训练得到质量满足预设条件的波束之后，可以通过第一停止帧指示第一站点停止发送第一 PPDU，或者指示波束训练过程结束，具体指示方式可以参考图 6 所示的通信方法中的描述，这里不再赘述。或者，第一站点发送第一 PPDU 的过程可以参考上述图 12 所示的通信方法中所示的第一 PPDU 发送，即第二站点可以通过第一建议帧指示第一站点调整发送第一 PPDU 的策略。

S1850，第二站点进行波束训练。

具体地第二站点进行波束训练的过程可以参考上述图 6 所示的实施例中第二站点进行波束训练的描述，这里不再赘述。

S1860，第二站点向第一站点发送第二 PPDU。

具体地，第二站点通过第一通信链路向第一站点发送多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU。

作为一种可能的实现方式，第二站点通过第一通信链路向第一站点发送多个第二 PPDU 中的全部第二 PPDU。

在该实现方式下，第一站点和第二站点之间协商波束训练过程中发送 PPDU 的波束的信息之后，第一站点和第二站点之间发送 PPDU 的过程和现有技术中波束训练过程中 PPDU 的发送类似。

例如，第二站点通过第一通信链路向第一站点发送多个第二 PPDU，不同点在于，在该实施例中，第一站点和第二站点之间协商过波束训练过程中发送 PPDU 的波束的信息，从而第一站点可以按照提前协商的发送 PPDU 的波束的信息进行接收，能够提高波束训练效率。

作为另一种可能的实现方式，第二站点通过第一通信链路向第一站点发送多个第二 PPDU 中的部分第二 PPDU。

在该实现方式下，第一站点和第二站点之间协商波束训练过程中发送 PPDU 的波束的信息之后，第二站点发送第二 PPDU 的过程可以参考上述图 6 所示的通信方法中所示的第二 PPDU 发送，即第一站点进行波束训练得到质量满足预设条件的波束之后，可以通过第二停止帧指示第二站点停止发送第二 PPDU，或者指示波束训练过程结束，具体指示方式可以参考图 6 所示的通信方法中的描述，这里不再赘述。或者，第二站点发送第二 PPDU 的过程可以参考上述图 12 所示的通信方法中所示的第二 PPDU 发送，即第一站点可以通过第二建议帧指示第二站点调整发送第二 PPDU 的策略。

S1870，第一站点进行波束训练。

具体地第一站点进行波束训练的过程可以参考上述图 6 所示的实施例中第一站点进行波束训练的描述，这里不再赘述。

应理解，若第一站点作为波束训练的发起端，第二站点作为波束训练的响应端。上述的步骤 S1840 和 S1850，在步骤 S1860 和 S1870 之前执行，即第一站点作为发起端先通过第一通信链路向第二站点发送第一 PPDU，第二站点再通过第一通信链路向第一站点发送第二 PPDU。

若第一站点作为波束训练的响应端，第二站点作为波束训练的发起端上述的步骤 S1860 和 S1870，在步骤 S1840 和 S1850 之前执行，即第二站点作为发起端先通过第一通信链路向第一站点发送第二 PPDU，第一站点再通过第一通信链路向第二站点发送第一 PPDU。

图 18 所示的通信方法中，两个多链路设备（如，第一站点和第二站点）建立通信连接之后（如，第一站点和第二站点之间建立有第一通信链路和第二通信链路），第一站点和第二站点之间可以进行波束训练，以获得较好的波束进行信息传输。具体地，该技术方案中，第一站点和第二站点之间进行波束训练包括：第一站点确定通过第一通信链路向第二站点发送用于波束训练（如，用于训练第一站点的发送波束和第二站点的接收波束）的多个第一 PPDU。在第一站点通过第一通信链路向第二站点发送多个第一 PPDU 中的部分或全部第一 PPDU 之前，可以通过第二通信链路商波束训练过程中发送 PPDU 的波束信息，以期接收端可以根据发送 PPDU 的波束的信息进行 PPDU 接收，提高接收端的接收效率，从而提高波束训练的效率。

应理解，上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不应对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

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

还应理解，在上述一些实施例中，主要以现有的网络架构中的设备为例进行了示例性说明，应理解，对于设备的具体形式本申请实施例不作限定。例如，在未来可以实现同样功能的设备都适用于本申请实施例。

可以理解的是，上述各个方法实施例中，由设备（如第一站点和第二站点）实现的方法和操作，也可以由可用于设备的部件（例如芯片或者电路）实现。

还可以理解，本申请的各实施例中的一些可选的特征，在某些场景下，可以不依赖于其他特征，也可以在某些场景下，与其他特征进行结合，不作限定。

以上，结合图 6、图 12 和图 18 详细说明了本申请实施例提供的通信方法。上述通信方法主要从第一站点和第二站点的角度进行了介绍。可以理解的是，第一站点和第二站点为了实现上述功能，其包含了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。

本领域技术人员应该可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，本申请能够以硬件或硬件和计算机软件的结合形式来实现。某个功能究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。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。

以下，结合图 19 至图 21 详细说明本申请实施例提供的通信装置。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，部分内容不再赘述。

本申请实施例可以根据上述方法示例对发送端设备或者接收端设备进行功能模块的划分，例如，可以对应各个功能划分各个功能模块，也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理模块中。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。需要说明的是，本申请实施例中对模块的划分是示意性的，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。下面以采用对应各个功能划分各个功能模块为例进行说明。

图 19 是本申请实施例提供的通信装置 10 的示意性框图。该装置 10 包括收发模块 11 和处理模块 12。收发模块 11 可以实现相应的通信功能，处理模块 12 用于进行数据处理，或者说该收发模块 11 用于执行接收和发送相关的操作，该处理模块 12 用于执行除了接收和发送以外的其他操作。收发模块 11 还可以称为通信接口或通信单元。

可选地，该装置 10 还可以包括存储模块 13，该存储模块 13 可以用于存储指令和/或数据，处理模块 12 可以读取存储模块中的指令和/或数据，以使得装置实现前述各个方法实施例中设备的动作。

在一种设计中，该装置 10 可对应于上文方法实施例中的第一站点，或者是第一站点的组成部件（如芯片）。

该装置 10 可实现对应于上文方法实施例中的第一站点执行的步骤或者流程，其中，收发模块 11 可用于执行上文方法实施例中第一站点的收发相关的操作，处理模块 12 可用于执行上文方法实施例中第一站点的处理相关的操作。

在一种可能的实现方式，处理模块 12，用于确定通过第一通信链路向第二站点发送多个第一物理层协议数据单元 PPDU，所述多个第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或第二站点的接收波束；收发模块 11，用于通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU；所述收发模块 11，还用于通过第二通信链路接收来自所述第二站点的第一停止帧，所述第一停止帧用于指示所述第一站点停止通过所述第一通信链路发送所述多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU；其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

在另一种可能的实现方式，处理模块 12，用于确定通过第一通信链路向第二站点发送多个第一物理层协议数据单元 PPDU，所述多个第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；收发模块 11，用于通过第二通信链路向所述第二站点发送第二信息，所述第二信息包括用于发送所述多个第一 PPDU 的多个发送波束的信息；所述收发模块 11，还用于通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分或全部第一 PPDU；其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

在又一种可能的实现方式，处理模块 12，用于确定通过第一通信链路向第二站点发送多个第一物理层协议数据单元 PPDU，所述多个第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或第二站点的接收波束；收发模块 11，用于通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU；所述收发模块 11，还用于通过第二通信链路接收来自所述第二站点的第一建议帧，所述第一建议帧中包括所述第二站点进行波束训练得到的第一波束训练信息；处理模块 12，还用于响应于所述第一建议帧确定所述多个第一 PPDU 中的剩余第一 PPDU 的发送策略，其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

当该装置 10 用于执行图 6 中的方法时，收发模块 11 可用于执行方法中的收发信息的步骤，如步骤 S620、S640、S650 和 S670，处理模块 12 可用于执行方法中的处理步骤，如步骤 S610 和 S660。

当该装置 10 用于执行图 12 中的方法时，收发模块 11 可用于执行方法中的收发信息的步骤，如步骤

S1220、S1240、S1260和S1280，处理模块12可用于执行方法中的处理步骤，如步骤S1250和S1270。

当该装置10用于执行图18中的方法时，收发模块11可用于执行方法中的收发信息的步骤，如步骤S1820、S1830、S1840和S1860，处理模块12可用于执行方法中的处理步骤，如步骤S1850和S1870。

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已经详细说明，为了简洁，在此不再赘述。

在另一种设计中，该装置10可对应于上文方法实施例中的第二站点，或者是第二站点的组成部件（如芯片）。

该装置10可实现对应于上文方法实施例中的第二站点执行的步骤或者流程，其中，收发模块11可用于执行上文方法实施例中第二站点的收发相关的操作，处理模块12可用于执行上文方法实施例中第二站点的处理相关的操作。

在一种可能的实现方式，处理模块12，用于确定通过第一通信链路接收来自第一站点的多个第一物理层协议数据单元PPDU，所述多个第一PPDU用于训练所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；收发模块11，用于通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一PPDU中的部分第一PPDU；所述收发模块11，还用于通过第二通信链路向所述第一站点发送第一停止帧，所述第一停止帧用于指示所述第一站点停止通过所述第一通信链路发送所述多个第一PPDU中未发送的PPDU；其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

在另一种可能的实现方式，处理模块12，用于确定通过第一通信链路接收来自的多个第一物理层协议数据单元PPDU，所述多个第一PPDU用于训练所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；收发模块11，用于通过第二通信链路接收来自所述第一站点的第二信息，所述第二信息包括用于发送所述多个第一PPDU的多个发送波束的信息；所述收发模块11，还用于通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一PPDU中的部分或全部第一PPDU；其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

在又一种可能的实现方式，处理模块12，用于确定通过第一通信链路接收来自第一站点的多个第一物理层协议数据单元PPDU，所述多个第一PPDU用于训练所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；收发模块11，用于通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一PPDU中的部分第一PPDU，根据所述部分第一PPDU进行波束训练；所述收发模块11，还用于通过第二通信链路向所述第一站点发送第一建议帧，所述第一建议帧中包括所述第二站点进行波束训练得到的第一波束训练信息，其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

当该装置10用于执行图6中的方法时，收发模块11可用于执行方法中的收发信息的步骤，如步骤S620、S640、S650和S670，处理模块12可用于执行方法中的处理步骤，如步骤S610和S630。

当该装置10用于执行图12中的方法时，收发模块11可用于执行方法中的收发信息的步骤，如步骤S1220、S1240、S1260和S1280，处理模块12可用于执行方法中的处理步骤，如步骤S1230和S1290。

当该装置10用于执行图18中的方法时，收发模块11可用于执行方法中的收发信息的步骤，如步骤S1820、S1830、S1840和S1860，处理模块12可用于执行方法中的处理步骤，如步骤S1810和S1850。

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已经详细说明，为了简洁，在此不再赘述。

还应理解，这里的装置10以功能模块的形式体现。这里的术语“模块”可以指应用特有集成电路（application specific integrated circuit, ASIC）、电子电路、用于执行一个或多个软件或固件程序的处理器（例如共享处理器、专有处理器或组处理器等）和存储器、合并逻辑电路和/或其它支持所描述的功能的合适组件。在一个可选例子中，本领域技术人员可以理解，装置10可以具体为上述实施例中的移动管理网元，可以用于执行上述各方法实施例中与移动管理网元对应的各个流程和/或步骤；或者，装置10可以具体为上述实施例中的终端设备，可以用于执行上述各方法实施例中与终端设备对应的各个流程和/或步骤，为避免重复，在此不再赘述。

上述各个方案的装置10具有实现上述方法中的设备（如第一站点）所执行的相应步骤的功能。该功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。该硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块；例如收发模块可以由收发机替代（例如，收发模块中的发送单元可以由发送机替代，收

发模块中的接收单元可以由接收机替代)，其它单元，如处理模块等可以由处理器替代，分别执行各个方法实施例中的收发操作以及相关的处理操作。

此外，上述收发模块 11 还可以是收发电路（例如可以包括接收电路和发送电路），处理模块可以是处理电路。

图 20 是本申请实施例提供另一种通信装置 20 的示意图。该装置 20 包括处理器 21，处理器 21 用于执行存储器 22 存储的计算机程序或指令，或读取存储器 22 存储的数据/信令，以执行上文各方法实施例中的方法。可选地，处理器 21 为一个或多个。

可选地，如图 20 所示，该装置 20 还包括存储器 22，存储器 22 用于存储计算机程序或指令和/或数据。该存储器 22 可以与处理器 21 集成在一起，或者也可以分离设置。可选地，存储器 22 为一个或多个。

可选地，如图 20 所示，该装置 20 还包括收发器 23，收发器 23 用于信号的接收和/或发送。例如，处理器 21 用于控制收发器 23 进行信号的接收和/或发送。

作为一种方案，该装置 20 用于实现上文各个方法实施例中由第一站点或第二站点执行的操作。

应理解，本申请实施例中提及的处理器可以是中央处理单元（central processing unit, CPU），还可以是其他通用处理器、数字信号处理器（digital signal processor, DSP）、专用集成电路（application specific integrated circuit, ASIC）、现成可编程门阵列（field programmable gate array, FPGA）或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。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。

还应理解，本申请实施例中提及的存储器可以是易失性存储器和/或非易失性存储器。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）。例如，RAM 可以用作外部高速缓存。作为示例而非限定，RAM 包括如下多种形式：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）。

需要说明的是，当处理器为通用处理器、DSP、ASIC、FPGA 或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件时，存储器（存储模块）可以集成在处理器中。

还需要说明的是，本文描述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。

图 21 是本申请实施例提供一种芯片系统 30 的示意图。该芯片系统 30（或者也可以称为处理系统）包括逻辑电路 31 以及输入/输出接口（input/output interface）32。

其中，逻辑电路 31 可以为芯片系统 30 中的处理电路。逻辑电路 31 可以耦合连接存储单元，调用存储单元中的指令，使得芯片系统 30 可以实现本申请各实施例的方法和功能。输入/输出接口 32，可以为芯片系统 30 中的输入输出电路，将芯片系统 30 处理好的信息输出，或将待处理的数据或信令信息输入芯片系统 30 进行处理。

作为一种方案，该芯片系统 30 用于实现上文各个方法实施例中由第一站点或第二站点执行的操作。

例如，逻辑电路 31 用于实现上文方法实施例中由第一站点或第二站点执行的处理相关的操作；输入/输出接口 32 用于实现上文方法实施例中由终端设备执行的发送和/或接收相关的操作。

本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，其上存储有用于实现上述各方法实施例中由设备执行的方法的计算机指令。

例如，该计算机程序被计算机执行时，使得该计算机可以实现上述方法各实施例中由第一站点或第二站点执行的方法。

本申请实施例还提供一种计算机程序产品，包含指令，该指令被计算机执行时以实现上述各方法实施例中由第一站点或第二站点执行的方法。

本申请实施例还提供了一种通信系统，包括前述的第一站点和第二站点。

上述提供的任一种装置中相关内容的解释及有益效果均可参考上文提供的对应的方法实施例，此处不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的装置和方法，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。此外，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。

在上述实施例中，可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机程序指令时，全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。例如，所述计算机可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输，例如，所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线（例如同轴电缆、光纤、数字用户线（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。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，DVD）、或者半导体介质（例如固态硬盘（solid state disk, SSD）等。例如，前述的可用介质包括但不限于：U 盘、移动硬盘、只读存储器（read-only memory, ROM）、随机存取存储器（random access memory, 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，包括：

第一站点确定通过第一通信链路向第二站点发送多个第一物理层协议数据单元 PPDU，所述多个第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；

所述第一站点通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU；

所述第一站点通过第二通信链路接收来自所述第二站点的第一停止帧，所述第一停止帧用于指示所述第一站点停止通过所述第一通信链路发送所述多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU；

其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

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：

所述第一站点确定通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的多个第二 PPDU，所述多个第二 PPDU 用于训练所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束；

所述第一站点响应于所述第一停止帧，取消接收所述多个第二 PPDU。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第一站点确定通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的多个第二 PPDU，所述多个第二 PPDU 用于训练所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束；

在所述第一站点通过所述第二通信链路接收来自所述第二站点的第一停止帧之后，所述方法还包括：

所述第一站点通过所述第一通信链路接收所述多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第一站点确定通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的多个第二 PPDU，所述多个第二 PPDU 用于训练所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束；

在所述第一站点通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU 之前，所述方法还包括：

所述第一站点通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的所述多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU。

5. 根据权利要求 3 或 4 所述的方法，其特征在于，所述第一站点通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的所述多个第二 PPDU 中的部分第二 PPDU，所述方法还包括：

所述第一站点通过所述第二通信链路向所述第二站点发送第二停止帧，所述第二停止帧用于指示所述第二站点停止通过所述第二通信链路发送所述多个第二 PPDU 中未发送的 PPDU。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，在所述第一站点通过所述第二通信链路向所述第二站点发送所述第二停止帧之前，所述方法还包括：

所述第一站点根据接收到的所述部分第二 PPDU 进行波束训练；

所述第一站点确定满足预设条件的所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束。

7. 根据权利要求 3 至 6 中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第一站点根据第一映射表和接收到的所述第二 PPDU 的发送波束信息，确定所述第一站点的接收波束，

其中，所述第一映射表中包括所述第二 PPDU 的发送波束信息和所述第一站点的接收波束的信息之间映射关系。

8. 根据权利要求 3 至 7 中任一项所述的方法，其特征在于，在所述第一站点通过所述第一通信链路接收来自所述第二站点的所述多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU 之前，所述方法还包括：

所述第一站点通过所述第二通信链路接收来自所述第二站点的第一信息，所述第一信息包括用于发送所述多个第二 PPDU 的多个发送波束的信息。

9. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述第一信息包括以下信息中的至少一项：

发送所述第二 PPDU 的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量标识。

10. 根据权利要求 3 至 9 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第二 PPDU 中包括第一训练字段，

所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束进行发送；或者，所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束之外的其他波束发送。

11. 根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第一站点通过所述第二通信链路接收来自所述第二站点的第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束发送的次数，或所述第一指示信息用于指示发送所述第一训练字段的波束。

12. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的方法，其特征在于，在所述第一站点通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 中的部分 PPDU 之前，所述方法还包括：

所述第一站点通过所述第二通信链路向所述第二站点发送第二信息，所述第二信息包括用于发送所述多个第一 PPDU 的多个发送波束的信息。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述第二信息包括以下信息中的至少一项：

发送所述第一 PPDU 的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量标识。

14. 根据权利要求 1 至 13 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一 PPDU 中包括第二训练字段，所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束进行发送；或者，所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束之外的其他波束发送。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第一站点通过所述第二通信链路向所述第二站点发送第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束发送的次数，或所述第二指示信息用于指示发送所述第二训练字段的波束。

16. 根据权利要求 1 至 15 中任一项所述的方法，其特征在于，在所述第一站点通过所述第二通信链路接收来自所述第二站点的第一停止帧之后，所述方法还包括：

所述第一站点响应于所述第一停止帧，在第一时长之后停止发送所述多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU。

17. 根据权利要求 1 至 15 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一停止帧中包括第一站点的至少一个发送波束的信息和/或第二站点的至少一个接收波束的信息，所述第一站点的至少一个发送波束和所述第二站点的至少一个接收波束相匹配。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述第一停止帧中还包括所述第一站点的至少一个发送波束的质量信息和/或所述第二站点的至少一个接收波束的质量信息。

19. 根据权利要求 1 至 18 中任一项所述的方法，其特征在于，在所述第一站点确定通过所述第一通信链路向所述第二站点发送所述多个第一 PPDU 之前，所述方法还包括：

所述第一站点确定所述第一站点和第二站点之间所述第一通信链路运行的频段上用于传输信息的波束失效。

20. 一种通信方法，其特征在于，包括：

第二站点确定通过第一通信链路接收来自第一站点的多个第一物理层协议数据单元 PPDU，所述多个第一 PPDU 用于训练所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束；

所述第二站点通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU；

所述第二站点通过第二通信链路向所述第一站点发送第一停止帧，所述第一停止帧用于指示所述第一站点停止通过所述第一通信链路发送所述多个第一 PPDU 中未发送的 PPDU；

其中，所述第一站点和所述第二站点为多链路设备，所述第一通信链路运行的频段高于所述第二通信链路运行的频段。

21. 根据权利要求 20 所述的方法，其特征在于，在所述第二站点通过第二通信链路向所述第一站点发送第一停止帧之前，所述方法还包括：

所述第二站点根据所述部分第一 PPDU 进行波束训练；

所述第二站点确定满足预设条件的所述第一站点的发送波束和/或所述第二站点的接收波束。

22. 根据权利要求 20 或 21 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第二站点确定通过所述第一通信链路向所述第一站点发送多个第二 PPDU，所述多个第二 PPDU

用于训练所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束；

所述第二站点根据所述第一停止帧，取消发送所述多个第二 PPDU。

23. 根据权利要求 20 或 21 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第二站点确定通过所述第一通信链路向所述第一站点发送多个第二 PPDU，所述多个第二 PPDU 用于训练所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束；

在所述第二站点通过第二通信链路向所述第一站点发送第一停止帧之后，所述方法还包括：

所述第二站点通过所述第一通信链路向所述第一站点发送所述多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU。

24. 根据权利要求 20 或 21 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第二站点确定通过所述第一通信链路向所述第一站点发送多个第二 PPDU，所述多个第二 PPDU 用于训练所述第二站点的发送波束和/或所述第一站点的接收波束；

在所述第二站点通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU 之前，所述方法还包括：

所述第二站点通过所述第一通信链路向所述第一站点发送所述多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU。

25. 根据权利要求 23 或 24 所述的方法，其特征在于，在所述第二站点通过所述第一通信链路向所述第一站点发送所述多个第二 PPDU 中的部分第二 PPDU 的情况下，所述方法还包括：

所述第二站点通过所述第二通信链路接收来自所述第一站点的第二停止帧，所述第二停止帧用于指示所述第二站点停止通过所述第二通信链路发送所述多个第二 PPDU 中未发送的 PPDU。

26. 根据权利要求 25 所述的方法，其特征在于，在所述第二站点通过所述第二通信链路接收来自所述第一站点的第二停止帧之后，所述方法还包括：

所述第二站点响应于所述第二停止帧，在第二时长之后停止发送所述多个第二 PPDU 中未发送的 PPDU。

27. 根据权利要求 20 至 26 中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第二站点根据第二映射表和接收到的所述第一 PPDU 的发送波束信息确定所述第二站点的接收波束，

其中，所述第二映射表中包括所述第一 PPDU 的发送波束信息和所述第二站点的接收波束的信息之间映射关系。

28. 根据权利要求 22 至 27 中任一项所述的方法，其特征在于，在所述第二站点通过所述第一通信链路向所述第一站点发送所述多个第二 PPDU 中的部分或全部第二 PPDU 之前，所述方法还包括：

所述第二站点通过所述第二通信链路向所述第一站点发送第一信息，所述第一信息包括用于发送所述多个第二 PPDU 的多个发送波束的信息。

29. 根据权利要求 28 所述的方法，其特征在于，所述第一信息包括以下信息中的至少一项：

发送所述第二 PPDU 的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量标识。

30. 根据权利要求 22 至 29 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第二 PPDU 中包括第一训练字段，所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束进行发送；或者，所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束之外的其他波束发送。

31. 根据权利要求 30 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第二站点通过所述第二通信链路向所述第一站点发送第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述第一训练字段通过发送所述第二 PPDU 的波束发送的次数，或所述第一指示信息用于指示发送所述第一训练字段的波束。

32. 根据权利要求 20 至 31 中任一项所述的方法，其特征在于，在所述第二站点通过所述第一通信链路接收来自所述第一站点的所述多个第一 PPDU 中的部分第一 PPDU 之前，所述方法还包括：

所述第二站点通过所述第二通信链路接收来自所述第一站点的第二信息，所述第二信息包括用于发送所述多个第一 PPDU 的多个发送波束的信息。

33. 根据权利要求 32 所述的方法，其特征在于，所述第二信息包括以下信息中的至少一项：

发送所述第一 PPDU 的波束标识、射频链标识、天线标识、扇区标识、计数标识、或天线权重向量

标识。

34. 根据权利要求 20 至 33 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一 PPDU 中包括第二训练字段，所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束进行发送；或者，所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束之外的其他波束发送。

35. 根据权利要求 34 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第二站点通过所述第二通信链路接收来自所述第一站点的第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述第二训练字段通过发送所述第一 PPDU 的波束发送的次数，或所述第二指示信息用于指示发送所述第二训练字段的波束。

36. 根据权利要求 20 至 35 中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一停止帧中包括第一站点的至少一个发送波束的信息和/或第二站点的至少一个接收波束的信息，所述第一站点的至少一个发送波束和所述第二站点的至少一个接收波束相匹配。

37. 根据权利要求 36 所述的方法，其特征在于，所述第一停止帧中还包括所述第一站点的至少一个发送波束的质量信息和/或所述第二站点的至少一个接收波束的质量信息。

38. 一种通信装置，其特征在于，包括：用于执行上述如权利要求 1 至 19 中任一项所述的方法的单元，或者，包括用于执行上述如权利要求 20 至 37 中任一项所述的方法的单元。

39. 一种通信装置，其特征在于，包括：

处理器，用于执行存储器中存储的计算机程序，以使得所述装置执行如权利要求 1 至 19 中任一项所述的方法，或者，以使得所述装置执行如权利要求 20 至 37 中任一项所述的方法。

40. 根据权利要求 39 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括所述存储器。

41. 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，当所述计算机程序在计算机上运行时，使得所述计算机执行如权利要求 1 至 37 中任意一项所述的方法。

42. 一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品包括用于执行如权利要求 1 至 37 中任一项所述的方法的指令。

43. 一种通信系统，其特征在于，包括：第一站点和第二站点，所述第一站点用于执行如权利要求 1 至 19 中任一项所述的方法，所述第二站点用于执行如权利要求 20 至 37 中任一项所述的方法。