

EMLSR 模式下信标帧传输方法及相关装置

本申请要求于 2021 年 04 月 27 日提交中国专利局、申请号为 202110462339.3、申请名称为“EMLSR 模式下信标帧传输方法及相关装置”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

本申请涉及无线通信技术领域，尤其涉及一种增强型多链路单无线电（Enhanced Multi-Link Single Radio, EMLSR）模式下信标帧传输方法及相关装置。

背景技术

无线局域网（wireless local area network, WLAN）或蜂窝网发展演进的持续技术目标是不断提高吞吐率。WLAN 系统标准主要在电气和电子工程师协会（IEEE, institute of electrical and electronics engineers）标准组中进行讨论，在 IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax 等标准中，吞吐率得到了持续提升。下一代 WiFi 标准 IEEE 802.11be 被称为极高吞吐率（extremely high throughput, EHT）或 Wi-Fi 7，其关键技术是通过多链路（multi-link, ML）通信来提升吞吐率。多链路通信的核心思想是：支持下一代 IEEE 802.11 标准的 WLAN 设备，即 EHT 设备拥有在多频段（multi-band）发送和接收的能力，从而使用更大的带宽进行数据传输，进而显著提升吞吐率。其中，多频段包括但不限于：2.4GHz WiFi 频段、5GHz WiFi 频段以及 6GHz WiFi 频段。一个频段称为一条链路，多个频段称为多条链路。802.11be 中将支持多链路通信的 WLAN 设备称为多链路设备（multi link device, MLD），显然，多链路设备可采用多条链路（或多个频段）并行通信使得传输的速率得到大幅度提升。多链路设备（MLD）包括一个或多个隶属的站点（affiliated STA），隶属的站点是一个逻辑上的站点，可以工作在一条链路上。其中，隶属的站点可以为接入点（access point, AP）或非接入点站点（non-access point station, non-AP STA）。802.11be 标准将隶属的站点为 AP 的多链路设备称为 AP MLD，隶属的站点为 non-AP STA 的多链路设备称为 non-AP MLD。

然而，因为某些情况下可能存在接收能力受限的站点（station, STA），所以考虑引入一种增强型多链路单无线电（enhanced Multi-Link single radio, EMLSR）模式，主要应用于 non-AP MLD，在此种模式下，non-AP MLD 只能对信道进行监听操作（listening operation）和接收 AP MLD 以正交频分复用（orthogonal frequency division multiplexing, OFDM）物理层协议数据单元（physical layer protocol data unit, PPDU）类型和非高吞吐率（high throughput, HT）重复（non-HT duplicate）PPDU 类型发送的初始控制帧，其他类型的帧目前不支持接收。该监听操作被定义为空闲信道评估（clear channel assessment, CCA）。

因为信标帧不是初始控制帧，且信标帧中包含一些重要的信息，比如关键更新（Critical Update）。所以对于 non-AP MLD 来说，推荐不错过每一个信标帧。因此，EMLSR 模式下的 non-AP MLD 如何在监听操作下接收信标帧成为了亟待解决的问题。

发明内容

本申请实施例提供一种 EMLSR 模式下信标帧传输方法及相关装置，可以避免 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 错失某个重要的信标帧。

下面从不同的方面介绍本申请，应理解的是，下面的不同方面的实施方式和有益效果可

以互相参考。

第一方面，本申请提供一种 EMLSR 模式下信标帧传输方法，该方法包括：TXOP 持有者 AP MLD 与 EMLSR non-AP MLD 之间存在第一链路和第二链路，AP MLD 即将在下一个 TBTT 到来时在该第二链路上发送信标帧；AP MLD 在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前发送第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时在该第二链路上发送信标帧。其中，第一时延用于 EMLSR non-AP MLD 将该第二链路的空空间流改变为支持接收信标帧。

结合第一方面，在一种可能的实现方式中，上述第一时延是以下中的一种：该第一时延是该 non-AP MLD 将该第二链路所支持的空间流从单空间流变成多空间流所使用的时间；该第一时延是该 non-AP MLD 将该第二链路未支持空间流变成支持单空间流或多空间流所用的时间。

其中，本文中“第二链路未支持空间流”可以理解为 non-AP MLD 中没有接收天线工作在第二链路上，从而导致第二链路上无空间流。

结合第一方面，在一种可能的实现方式中，该方法还包括：AP MLD 接收第二帧，该第二帧包括指示信息，该指示信息用于指示该 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识。

可选的，上述指示信息位于该第二帧的多链路元素的公共信息字段中，该指示信息的长度为 4 比特。可选的，上述指示信息位于该公共信息字段的增强型多链路能力字段中。

结合第一方面，在一种可能的实现方式中，该方法还包括：AP MLD 接收第二帧，该第二帧包括指示信息，该指示信息携带在某条链路的链路信息中，用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限。

可选的，上述指示信息位于该第二帧的极高吞吐率介质接入控制能力信息字段中，该指示信息的长度为 1 比特。

可选的，上述指示信息位于该第二帧的多链路元素的每个站点 STA 配置文件中，该指示信息的长度为 1 比特。可选的，该指示信息位于该每个站点 STA 配置文件的 STA 控制字段中。

应理解，因为 AP MLD 是 TXOP 持有者，所以 AP MLD 在发送第一帧之前，可能需要根据 non-AP MLD 采用单空间流接收时每条链路上的接收能力，确定第一时延。因此，本方案通过 non-AP MLD 主动上报自己的链路能力，一方面可以支持 AP MLD 作为 TXOP 持有者时，AP MLD 与 EMLSR non-AP MLD 之间的信标帧传输，另一方面，可以使 AP MLD 与 EMLSR non-AP MLD 通信时在接收能力不受限的链路上不发送初始控制帧，从而节省一些初始控制帧的开销。

结合第一方面，在一种可能的实现方式中，non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路是：该 AP MLD 与该 non-AP MLD 在关联过程中交互关联请求帧和关联响应帧的链路，或者该 AP MLD 与该 non-AP MLD 在重关联过程中交互重关联请求帧和重关联响应帧的链路。

本方案通过约定 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路是哪条链路，一方面可以支持 AP MLD 作为 TXOP 持有者时，AP MLD 与 EMLSR non-AP MLD 之间的信标帧传输，另一方面，可以使 AP MLD 与 EMLSR non-AP MLD 通信时在接收能力不受限的链路上不发送初始控制帧，从而节省一些初始控制帧的开销。

第二方面，本申请提供一种 EMLSR 模式下信标帧传输方法，该方法包括：EMLSR non-AP MLD 与 TXOP 持有者 AP MLD 之间存在第一链路和第二链路；non-AP MLD 在下一个 TBTT

到来之前的第一时延前接收第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧；non-AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时采用该第二链路当前支持的空间流接收信标帧。其中，该第一时延用于该 non-AP MLD 将该第二链路的空间流改变为支持接收信标帧。

可见，本方案在 non-AP MLD 采用单空间流接收时，分别考虑 EMLSR 切换时延对于信标帧接收的影响，通过约束 TXOP 持有者在下一个 TBTT 到来之前的 EMLSR 切换时延（即第一时延）前结束 TXOP，以保证 non-AP MLD 有足够的时间完成第二链路的空间流的改变，从而可以避免 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 错失某个重要的信标帧。

因为信标帧中包含一些重要的信息，比如关键更新（Critical Update），其中包括 TBTT 信息更新，如果 non-AP MLD 错过该信标帧，按照原来的（或者旧的）TBTT 进行接收则会错过新的信标帧。另外，对于交付流量指示信息（delivery traffic indication message, DTIM）信标帧，如果 non-AP MLD 错过 DTIM 信标帧，则可能会导致 non-AP MLD 错过下行数据包传输机会。所以对于 non-AP MLD 来说，推荐不错过每一个信标帧。

结合第二方面，在一种可能的实现方式中，上述第一时延是以下中的一种：该第一时延是该 non-AP MLD 将该第二链路所支持的空间流从单空间流变成多空间流所使用的时间；该第一时延是该 non-AP MLD 将该第二链路未支持空间流变成支持单空间流或多空间流所使用的时间。

结合第二方面，在一种可能的实现方式中，non-AP MLD 采用单空间流在该第一链路和该第二链路上接收时的接收能力受限。在 TXOP 内第一链路支持的空间流是多空间流，而在 TXOP 内第二链路未支持空间流。non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的空间流改变为支持接收信标帧，包括：non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路未支持空间流改变为支持多空间流。

其中，本文提及的“将第二链路未支持空间流改变为支持多空间流”可以理解为从没有接收天线工作在第二链路上变为多个接收天线同时工作在第二链路上。也就是说，在 TXOP 内，non-AP MLD 中没有接收天线工作在第二链路上；在 TXOP 结束后，将多个接收天线切换到第二链路上工作，从而增加了第二链路支持的空间流数。

可见，本方案针对 non-AP MLD 采用单空间流接收时链路上的接收能力均受限的情况，提供一种切换方案，以保证 non-AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时能够成功接收到信标帧。

应理解，本文中提及的“接收能力受限”指只能接收部分类型（如 OFDM 类型和 non-HT duplicate 类型）的 PPDU，相应地，本文中提及的“接收能力不受限”指可接收所有类型的 PPDU。

结合第二方面，在一种可能的实现方式中，上述 non-AP MLD 中包括第一空间流和第二空间流，该 non-AP MLD 采用该第一空间流在链路上接收时的接收能力受限，该 non-AP MLD 采用该第二空间流在链路上接收时的接收能力不受限。

结合第二方面，在一种可能的实现方式中，在 TXOP 内第一链路支持的空间流是多空间流，包括第一空间流和第二空间流。而在 TXOP 内 non-AP MLD 的第二链路未支持空间流。non-AP MLD 采用单空间流在第二链路上接收时的接收能力不受限。non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的空间流改变为支持接收信标帧，包括：non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路未支持空间流变为支持单空间流。其中，第二链路支持的单空间流支持接收信标帧。这里可以是将 TXOP 内

第一链路支持的第二空间流切换回第二链路上。

可见，本方案提供一种第二链路未支持空间流且采用单空间流在第二链路接收时的接收能力不受限情况下的空间流变换方案，以保证 non-AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时能够成功接收到信标帧。

结合第二方面，在一种可能的实现方式中，在 TXOP 内第一链路支持的空间流是多空间流，包括该第一空间流和该第二空间流。而在 TXOP 内，non-AP MLD 的第二链路未支持空间流；且 non-AP MLD 采用单空间流在第二链路上接收时的接收能力受限。non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的空间流改变为支持接收信标帧，包括：non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的未支持空间流变为支持单空间流。其中，第二链路支持的单空间流支持接收信标帧。这里可以是将第一链路支持的第二空间流切换到第二链路上。

可见，本方案提供一种第二链路未支持空间流且采用单空间流在第二链路接收时的接收能力受限情况下的空间流变换方案，以保证 non-AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时能够成功接收到信标帧。

结合第二方面，在一种可能的实现方式中，在 TXOP 内 non-AP MLD 的第二链路所支持的空间流是单空间流，但是 non-AP MLD 采用该单空间流在第二链路上接收时的接收能力受限。non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的空间流改变为支持接收信标帧，包括：non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路所支持的空间流从单空间流变成多空间流。

可见，本方案提供一种在 TXOP 内第二链路本身支持单空间流，但采用该单空间流在其上接收时的接收能力受限情况下的空间流变换方案，以保证 non-AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时能够成功接收到信标帧。

结合第二方面，在一种可能的实现方式中，该方法还包括：non-AP MLD 发送第二帧，该第二帧包括指示信息，该指示信息用于指示该 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识。

可选的，上述指示信息位于该第二帧的多链路元素的公共信息字段中，该指示信息的长度为 4 比特。可选的，上述指示信息位于该公共信息字段的增强型多链路能力字段中。

结合第二方面，在一种可能的实现方式中，该方法还包括：non-AP MLD 发送第二帧，该第二帧包括指示信息，该指示信息携带在某条链路的链路信息中，用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限。

可选的，上述指示信息位于该第二帧的极高吞吐量 EHT 介质接入控制 MAC 能力信息字段中，该指示信息的长度为 1 比特。

可选的，上述指示信息位于该第二帧的多链路元素的每个站点 STA 配置文件中，该指示信息的长度为 1 比特。可选的，该指示信息位于该每个站点 STA 配置文件的 STA 控制字段中。

结合第二方面，在一种可能的实现方式中，non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路是：该 AP MLD 与该 non-AP MLD 在关联过程中交互关联请求帧和关联响应帧的链路，或者该 AP MLD 与该 non-AP MLD 在重关联过程中交互重关联请求帧和重关联响应帧的链路。

第三方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置可以是 AP MLD 或 AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：收发单元，用于在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前发送第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；该第一时延用于该 non-AP MLD

将该第二链路的空流改变为支持接收信标帧；该收发单元，还用于在该下一个 TBTT 到来时在该第二链路上发送信标帧。其中，TXOP 持有者 AP MLD 与 EMLSR non-AP MLD 之间存在第一链路和第二链路，AP MLD 即将在下一个 TBTT 到来时在该第二链路上发送信标帧。可选的，该通信装置还包括处理单元，用于生成第一帧和信标帧。

结合第三方面，在一种可能的实现方式中，上述第一时延是以下中的一种：该第一时延是该 non-AP MLD 将该第二链路所支持的空流从单空流变成多空流所使用的时间；该第一时延是该 non-AP MLD 将该第二链路未支持空流变成支持单空流或多空流所用的时间。

结合第三方面，在一种可能的实现方式中，上述收发单元，用于接收第二帧，该第二帧包括指示信息，该指示信息用于指示该 non-AP MLD 采用单空流接收时接收能力不受限的链路的标识。

可选的，上述指示信息位于该第二帧的多链路元素的公共信息字段中，该指示信息的长度为 4 比特。可选的，上述指示信息位于该公共信息字段的增强型多链路能力字段中。

结合第三方面，在一种可能的实现方式中，上述收发单元，用于接收第二帧，该第二帧包括指示信息，该指示信息携带在某条链路的链路信息中，用于指示采用单空流接收时该链路的接收能力是否受限。

可选的，上述指示信息位于该第二帧的极高吞吐率介质接入控制能力信息字段中，该指示信息的长度为 1 比特。

可选的，上述指示信息位于该第二帧的多链路元素的每个站点 STA 配置文件中，该指示信息的长度为 1 比特。可选的，该指示信息位于该每个站点 STA 配置文件的 STA 控制字段中。

结合第三方面，在一种可能的实现方式中，non-AP MLD 采用单空流接收时接收能力不受限的链路是：该通信装置与该 non-AP MLD 在关联过程中交互关联请求帧和关联响应帧的链路，或者该通信装置与该 non-AP MLD 在重关联过程中交互重关联请求帧和重关联响应帧的链路。

第四方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置可以是 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：收发单元，用于在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前接收第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；该第一时延用于该 non-AP MLD 将该第二链路上的空流改变为支持接收信标帧；处理单元，用于在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路上的空流改变为支持接收信标帧；该收发单元，还用于在该下一个 TBTT 到来时采用该第二链路当前支持的空流接收信标帧。其中，该通信装置与 TXOP 持有者 AP MLD 之间存在第一链路和第二链路。

结合第四方面，在一种可能的实现方式中，上述第一时延是以下中的一种：该第一时延是该 non-AP MLD 将该第二链路所支持的空流从单空流变成多空流所使用的时间；该第一时延是该 non-AP MLD 将该第二链路未支持空流变成支持单空流或多空流所使用的时间。

结合第四方面，在一种可能的实现方式中，non-AP MLD 采用单空流在该第一链路和该第二链路上接收时的接收能力受限。在 TXOP 内第一链路支持的空流是多空流，而在 TXOP 内 non-AP MLD 的第二链路未支持空流。上述处理单元，具体用于：在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将第二链路未支持空流改变为支持多空流。

结合第四方面，在一种可能的实现方式中，non-AP MLD 中包括第一空流和第二空流，non-AP MLD 采用该第一空流在链路上接收时的接收能力受限，non-AP MLD 采用该第

二空间流在链路上接收时的接收能力不受限。

结合第四方面，在一种可能的实现方式中，在 TXOP 内第一链路支持的空间流是多空间流，包括第一空间流和第二空间流。而在 TXOP 内 non-AP MLD 的第二链路未支持空间流。non-AP MLD 采用单空间流在第二链路上接收时的接收能力不受限。上述处理单元，具体用于：在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将第二链路未支持空间流变为支持单空间流。其中，第二链路支持的单空间流支持接收信标帧。这里可以是将 TXOP 内第一链路支持的第二空间流切换回第二链路上。

结合第四方面，在一种可能的实现方式中，在 TXOP 内第一链路支持的空间流是多空间流，包括该第一空间流和该第二空间流。而在 TXOP 内，non-AP MLD 的第二链路未支持空间流；且 non-AP MLD 采用单空间流在第二链路上接收时的接收能力受限。上述处理单元，具体用于：在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的未支持空间流变为支持单空间流。其中，第二链路支持的单空间流支持接收信标帧。这里可以是将第一链路支持的第二空间流切换到第二链路上。

结合第四方面，在一种可能的实现方式中，在 TXOP 内 non-AP MLD 的第二链路所支持的空间流是单空间流，但是 non-AP MLD 采用该单空间流在第二链路上接收时的接收能力受限。上述处理单元，具体用于：在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将第二链路所支持的空间流从单空间流变成多空间流。

结合第四方面，在一种可能的实现方式中，上述收发单元，还用于发送第二帧，该第二帧包括指示信息，该指示信息用于指示该 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识。

可选的，上述指示信息位于该第二帧的多链路元素的公共信息字段中，该指示信息的长度为 4 比特。可选的，上述指示信息位于该公共信息字段的增强型多链路能力字段中。

结合第四方面，在一种可能的实现方式中，上述收发单元，还用于发送第二帧，该第二帧包括指示信息，该指示信息携带在某条链路的链路信息中，用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限。

可选的，上述指示信息位于该第二帧的极高吞吐率介质接入控制能力信息字段中，该指示信息的长度为 1 比特。

可选的，上述指示信息位于该第二帧的多链路元素的每个站点 STA 配置文件中，该指示信息的长度为 1 比特。可选的，该指示信息位于该每个站点 STA 配置文件的 STA 控制字段中。

结合第四方面，在一种可能的实现方式中，non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路是：该 AP MLD 与 non-AP MLD 在关联过程中交互关联请求帧和关联响应帧的链路，或者该 AP MLD 与 non-AP MLD 在重关联过程中交互重关联请求帧和重关联响应帧的链路。

第五方面，本申请提供一种 EMLSR 模式下信标帧传输方法，该方法包括：TXOP 持有者 non-AP MLD 与 AP MLD 之间存在第一链路和第二链路；non-AP MLD 在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前发送第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧；non-AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时采用该第二链路当前支持的空间流接收信标帧。其中，第一时延用于该 non-AP MLD 将该第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧。non-AP MLD 处于 EMLSR 模式下。

可见，本方案针对 non-AP MLD 作为 TXOP 持有者的情况，在 non-AP MLD 采用单空间流接收时，分别考虑 EMLSR 切换时延对于信标帧接收的影响，通过约束 TXOP 持有者在下一个 TBTT 到来之前的 EMLSR 切换时延（即第一时延）前结束 TXOP，以保证 non-AP MLD 有足够的时间完成第二链路的空间流的切换，从而可以避免 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 错失某个重要的信标帧。

结合第五方面，在一种可能的实现方式中，上述第一时延是以下中的一种：该第一时延是该 non-AP MLD 将该第二链路所支持的空间流从单空间流变成多空间流所使用的时间；该第一时延是该 non-AP MLD 将该第二链路未支持空间流变成支持单空间流或多空间流所使用的时间。

结合第五方面，在一种可能的实现方式中，non-AP MLD 采用单空间流在该第一链路和该第二链路上接收时的接收能力受限。在 TXOP 内第一链路支持的空间流是多空间流，而在 TXOP 内第二链路未支持空间流。non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的空间流改变为支持接收信标帧，包括：non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路未支持空间流改变为支持多空间流。

结合第五方面，在一种可能的实现方式中，上述 non-AP MLD 中包括第一空间流和第二空间流，该 non-AP MLD 采用该第一空间流在链路上接收时的接收能力受限，该 non-AP MLD 采用该第二空间流在链路上接收时的接收能力不受限。

结合第五方面，在一种可能的实现方式中，在 TXOP 内第一链路支持的空间流是多空间流，包括第一空间流和第二空间流。而在 TXOP 内 non-AP MLD 的第二链路未支持空间流。non-AP MLD 采用单空间流在第二链路上接收时的接收能力不受限。non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的空间流改变为支持接收信标帧，包括：non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路未支持空间流变为支持单空间流。其中，第二链路支持的单空间流支持接收信标帧。这里可以是将 TXOP 内第一链路支持的第二空间流切换回第二链路上。

结合第五方面，在一种可能的实现方式中，在 TXOP 内第一链路支持的空间流是多空间流，包括该第一空间流和该第二空间流。而在 TXOP 内，non-AP MLD 的第二链路未支持空间流；且 non-AP MLD 采用单空间流在第二链路上接收时的接收能力受限。non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的空间流改变为支持接收信标帧，包括：non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的未支持空间流变为支持单空间流。其中，第二链路支持的单空间流支持接收信标帧。这里可以是将第一链路支持的第二空间流切换到第二链路上。

结合第五方面，在一种可能的实现方式中，在 TXOP 内 non-AP MLD 的第二链路所支持的空间流是单空间流，但是 non-AP MLD 采用该单空间流在第二链路上接收时的接收能力受限。non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的空间流改变为支持接收信标帧，包括：non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路所支持的空间流从单空间流变成多空间流。

结合第五方面，在一种可能的实现方式中，non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路是：该 AP MLD 与该 non-AP MLD 在关联过程中交互关联请求帧和关联响应帧的链路，或者该 AP MLD 与该 non-AP MLD 在重关联过程中交互重关联请求帧和重关联响应帧的链路。

第六方面，本申请提供一种 EMLSR 模式下信标帧传输方法，该方法包括：AP MLD 与

TXOP 持有者 non-AP MLD 之间存在第一链路和第二链路；AP MLD 在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前接收第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时在该第二链路上发送信标帧。其中，第一时延用于 EMLSR non-AP MLD 将该第二链路的空流改变为支持接收信标帧。

结合第六方面，在一种可能的实现方式中，上述第一时延是以下中的一种：该第一时延是该 non-AP MLD 将该第二链路所支持的空流从单空流变成多空流所使用的时间；该第一时延是该 non-AP MLD 将该第二链路未支持空流变成支持单空流或多空流所用的时间。

结合第六方面，在一种可能的实现方式中，non-AP MLD 采用单空流接收时接收能力不受限的链路是：该 AP MLD 与该 non-AP MLD 在关联过程中交互关联请求帧和关联响应帧的链路，或者该 AP MLD 与该 non-AP MLD 在重关联过程中交互重关联请求帧和重关联响应帧的链路。

第七方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置可以是 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：收发单元，用于在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前发送第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；该第一时延用于 non-AP MLD 将该第二链路上的空流改变为支持接收信标帧；处理单元，用于在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路上的空流改变为支持接收信标帧；该收发单元，还用于在该下一个 TBTT 到来时采用该第二链路当前支持的空流接收信标帧。其中，non-AP MLD 与 TXOP 持有者 AP MLD 之间存在第一链路和第二链路。non-AP MLD 处于 EMLSR 模式下。

结合第七方面，在一种可能的实现方式中，上述第一时延是以下中的一种：该第一时延是该 non-AP MLD 将该第二链路所支持的空流从单空流变成多空流所使用的时间；该第一时延是该 non-AP MLD 将该第二链路未支持空流变成支持单空流或多空流所使用的时间。

结合第七方面，在一种可能的实现方式中，non-AP MLD 采用单空流在该第一链路和该第二链路上接收时的接收能力受限。在 TXOP 内第一链路支持的空流是多空流，而在 TXOP 内 non-AP MLD 的第二链路未支持空流。上述处理单元，具体用于：在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将第二链路未支持空流改变为支持多空流。

结合第七方面，在一种可能的实现方式中，该 non-AP MLD 中包括第一空流和第二空流，该 non-AP MLD 采用该第一空流在链路上接收时的接收能力受限，该 non-AP MLD 采用该第二空流在链路上接收时的接收能力不受限。

结合第七方面，在一种可能的实现方式中，在 TXOP 内第一链路支持的空流是多空流，包括第一空流和第二空流。而在 TXOP 内 non-AP MLD 的第二链路未支持空流。non-AP MLD 采用单空流在第二链路上接收时的接收能力不受限。上述处理单元，具体用于：在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将第二链路未支持空流变为支持单空流。其中，第二链路支持的单空流支持接收信标帧。这里可以是将 TXOP 内第一链路支持的第二空流切换回第二链路上。

结合第七方面，在一种可能的实现方式中，在 TXOP 内第一链路支持的空流是多空流，包括该第一空流和该第二空流。而在 TXOP 内，non-AP MLD 的第二链路未支持空流；且 non-AP MLD 采用单空流在第二链路上接收时的接收能力受限。上述处理单元，具体用于：在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的未支持空流变

为支持单空间流。其中，第二链路支持的单空间流支持接收信标帧。这里可以是将第一链路支持的第二空间流切换到第二链路上。

结合第七方面，在一种可能的实现方式中，在 TXOP 内 non-AP MLD 的第二链路所支持的空间流是单空间流，但是 non-AP MLD 采用该单空间流在第二链路上接收时的接收能力受限。上述处理单元，具体用于：在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将第二链路所支持的空间流从单空间流变成多空间流。

结合第七方面，在一种可能的实现方式中，该 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路是：该 AP MLD 与 non-AP MLD 在关联过程中交互关联请求帧和关联响应帧的链路，或者该 AP MLD 与 non-AP MLD 在重关联过程中交互重关联请求帧和重关联响应帧的链路。

第八方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置可以是 AP MLD 或 AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：收发单元，用于在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前接收第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；该第一时延用于 non-AP MLD 将该第二链路的空间流改变为支持接收信标帧；该收发单元，还用于在该下一个 TBTT 到来时在该第二链路上发送信标帧。其中，AP MLD 与 TXOP 持有者 non-AP MLD 之间存在第一链路和第二链路，non-AP MLD 处于 EMLSR 模式下。可选的，该通信装置还包括处理单元，用于生成信标帧。

结合第八方面，在一种可能的实现方式中，上述第一时延是以下中的一种：该第一时延是该 non-AP MLD 将该第二链路所支持的空间流从单空间流变成多空间流所使用的时间；该第一时延是该 non-AP MLD 将该第二链路未支持空间流变成支持单空间流或多空间流所用的时间。

结合第八方面，在一种可能的实现方式中，non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路是：该 AP MLD 与该 non-AP MLD 在关联过程中交互关联请求帧和关联响应帧的链路，或者该 AP MLD 与该 non-AP MLD 在重关联过程中交互重关联请求帧和重关联响应帧的链路。

第九方面，本申请提供一种 EMLSR 模式下信标帧传输方法，该方法包括：EMLSR non-AP MLD 与 TXOP 的持有者 AP MLD 之间存在第一链路；non-AP MLD 在下一个 TBTT 到来之前接收第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；non-AP MLD 保持该第一链路支持的空间流，并在该下一个 TBTT 到来时采用该第一链路支持的空间流接收信标帧。其中，该第一链路支持的空间流是单空间流或多空间流。

第十方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置可以是 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：收发单元，用于在下一个 TBTT 到来之前接收第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；处理单元，用于保持该第一链路支持的空间流；该收发单元，还用于在该下一个 TBTT 到来时采用该第一链路支持的空间流接收信标帧。其中，该第一链路支持的空间流是单空间流或多空间流。

可见，因为当前 TXOP 所在的链路与下一个 TBTT 到来时发送 beacon 帧的链路是同一条链路，且 non-AP MLD 在 TXOP 所在链路上的接收能力不受限，所以 non-AP MLD 保持当前的空间流，在下一个 TBTT 到来时能够成功接收信标帧，从而可以避免 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 错失某个重要的信标帧。

第十一方面，本申请提供一种 EMLSR 模式下链路能力指示方法，该方法包括：non-AP MLD 生成并发送介质接入控制（medium access control, MAC）帧，该 MAC 帧中包括指示信息，该指示信息用于指示该 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识。

可见，本方案的 non-AP MLD 通过主动上报自己的链路能力，一方面可以支持 AP MLD 作为 TXOP 持有者时，AP MLD 与 EMLSR non-AP MLD 之间的信标帧传输，另一方面，可以使 AP MLD 与 EMLSR non-AP MLD 通信时在接收能力不受限的链路上不发送初始控制帧，从而节省一些初始控制帧的开销。

第十二方面，本申请提供一种 EMLSR 模式下链路能力指示方法，该方法包括：AP MLD 接收 MAC 帧，该 MAC 帧中包括指示信息，该指示信息用于指示 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识；AP MLD 解析该 MAC 帧，确定该 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路。

第十三方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置可以是 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：处理单元，用于生成 MAC 帧，该 MAC 帧中包括指示信息，该指示信息用于指示该 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识；收发单元，用于发送该 MAC 帧。

第十四方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置可以是 AP MLD 或 AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：收发单元，用于接收 MAC 帧，该 MAC 帧中包括指示信息，该指示信息用于指示 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识；处理单元，用于解析该 MAC 帧，确定该 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路。

上述第十一至第十四方面中任一方面的一种可能实现方式中，上述指示信息位于该第二帧的多链路元素的公共信息字段中，该指示信息的长度为 4 比特。可选的，上述指示信息位于该公共信息字段的增强型多链路能力字段中。

第十五方面，本申请提供一种 EMLSR 模式下链路能力指示方法，该方法包括：non-AP MLD 生成并发送 MAC 帧，该 MAC 帧中包括指示信息，该指示信息携带于该 MAC 帧的某条链路的链路信息中，用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限。

第十六方面，本申请提供一种 EMLSR 模式下链路能力指示方法，该方法包括：AP MLD 接收 MAC 帧，该 MAC 帧中包括指示信息，该指示信息携带于该 MAC 帧的某条链路的链路信息中，用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限；AP MLD 解析该 MAC 帧，确定采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限。

第十七方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置可以是 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：处理单元，用于生成 MAC 帧，该 MAC 帧中包括指示信息，该指示信息携带于该 MAC 帧的某条链路的链路信息中，用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限；收发单元，用于发送该 MAC 帧。

第十八方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置可以是 AP MLD 或 AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括：收发单元，用于接收 MAC 帧，该 MAC 帧中包括指示信息，该指示信息携带于该 MAC 帧的某条链路的链路信息中，用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限；处理单元，用于解析该 MAC 帧，确定采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限。

上述第十五至第十八方面中任一方面的一种可能实现方式中，上述指示信息位于该第二

帧的极高吞吐率介质接入控制能力信息字段中, 该指示信息的长度为 1 比特。

第十九方面, 本申请提供一种 EMLSR 模式下上行非触发数据的传输方法, 该方法包括: non-AP MLD 在第一链路上进行信道竞争, 获得 TXOP, 该第一链路的空流是单空间流; non-AP MLD 保持该第一链路上的信道占用, 并将第二链路上的空流切换到该第一链路上形成多空间流; non-AP MLD 采用该多空间流在该第一链路上发送上行 PPDU。

可见, 本方案允许 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 仍然可以自主竞争, 从而支持 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 进行上行非触发数据的传输。

第二十方面, 本申请提供一种通信装置, 该通信装置可以是 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片, 比如 Wi-Fi 芯片。该通信装置包括: 处理单元, 用于在第一链路上进行信道竞争, 获得 TXOP, 该第一链路的空流是单空间流; 该处理单元, 还用于保持该第一链路上的信道占用, 并将第二链路上的空流切换到该第一链路上形成多空间流; 收发单元, 用于采用该多空间流在该第一链路上发送上行 PPDU。

第二十一方面, 本申请提供一种通信装置, 具体为 AP MLD, 包括处理器和收发器。

一种设计中, 收发器, 用于在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前发送第一帧, 该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束; 该第一时延用于该 non-AP MLD 将该第二链路的空流改变为支持接收信标帧; 该收发器, 还用于在该下一个 TBTT 到来时在该第二链路上发送信标帧。其中, TXOP 持有者 AP MLD 与 EMLSR non-AP MLD 之间存在第一链路和第二链路, AP MLD 即将在下一个 TBTT 到来时在该第二链路上发送信标帧。可选的, 处理器, 用于生成第一帧和信标帧。

一种设计中, 收发器, 用于在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前接收第一帧, 该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束; 该第一时延用于该 non-AP MLD 将该第二链路的空流改变为支持接收信标帧; 该收发器, 还用于在该下一个 TBTT 到来时在该第二链路上发送信标帧。其中, AP MLD 与 TXOP 持有者 non-AP MLD 之间存在第一链路和第二链路, non-AP MLD 处于 EMLSR 模式下。可选的, 处理器, 用于生成信标帧。

一种设计中, 收发器, 用于接收 MAC 帧, 该 MAC 帧中包括指示信息, 该指示信息用于指示 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识; 处理器, 用于解析该 MAC 帧, 确定该 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路。

一种设计中, 收发器, 用于接收 MAC 帧, 该 MAC 帧中包括指示信息, 该指示信息携带于该 MAC 帧的某条链路的链路信息中, 用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限; 处理器, 用于解析该 MAC 帧, 确定采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限。

第二十二方面, 本申请提供一种通信装置, 具体为 AP MLD, 包括处理器和收发器。

一种设计中, 收发器, 用于在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前接收第一帧, 该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束; 该第一时延用于该 non-AP MLD 将该第二链路上的空流改变为支持接收信标帧; 处理器, 用于在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路上的空流改变为支持接收信标帧; 该收发器, 还用于在该下一个 TBTT 到来时采用该第二链路当前支持的空流接收信标帧。其中, non-AP MLD 与 TXOP 持有者 AP MLD 之间存在第一链路和第二链路。

一种设计中, 收发器, 用于在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前发送第一帧, 该第一

帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；该第一时延用于 non-AP MLD 将该第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧；处理器，用于在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧；该收发器，还用于在该下一个 TBTT 到来时采用该第二链路当前支持的空间流接收信标帧。其中，non-AP MLD 与 TXOP 持有者 AP MLD 之间存在第一链路和第二链路。non-AP MLD 处于 EMLSR 模式下。

一种设计中，收发器，用于在下一个 TBTT 到来之前接收第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；处理器，用于保持该第一链路支持的空间流；该收发器，还用于在该下一个 TBTT 到来时采用该第一链路支持的空间流接收信标帧。其中，该第一链路支持的空间流是单空间流或多空间流。

一种设计中，处理器，用于生成 MAC 帧，该 MAC 帧中包括指示信息，该指示信息用于指示该 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识；收发器，用于发送该 MAC 帧。

一种设计中，处理器，用于生成 MAC 帧，该 MAC 帧中包括指示信息，该指示信息携带于该 MAC 帧的某条链路的链路信息中，用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限；收发器，用于发送该 MAC 帧。

一种设计中，处理器，用于在第一链路上进行信道竞争，获得 TXOP，该第一链路的间流是单空间流；该处理器，还用于保持该第一链路上的信道占用，并将第二链路上的空间流切换到该第一链路上形成多空间流；收发器，用于采用该多空间流在该第一链路上发送上行 PPDU。

第二十三方面，本申请提供一种装置，该装置以芯片的产品形态实现，包括输入输出接口和处理电路。该装置为 AP MLD 中的芯片。

一种设计中，输入输出接口，用于在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前输出第一帧并通过射频电路进行处理后，经过天线发送该第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；该第一时延用于该 non-AP MLD 将该第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧；输入输出接口，还用于在该下一个 TBTT 到来时输出信标帧，并通过射频电路进行处理后，经过天线在该第二链路上发送信标帧。可选的，处理电路，用于生成第一帧和信标帧。

一种设计中，输入输出接口，用于输入通过天线和射频电路在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前接收的第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；该第一时延用于该 non-AP MLD 将该第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧；输入输出接口，还用于在该下一个 TBTT 到来时输出信标帧，并通过射频电路进行处理后，经过天线在该第二链路上发送信标帧。可选的，处理电路，用于生成信标帧。

一种设计中，输入输出接口，输入通过天线和射频电路接收的接收 MAC 帧，该 MAC 帧中包括指示信息，该指示信息用于指示 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识；处理电路，用于解析该 MAC 帧，确定该 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路。

一种设计中，输入输出接口，输入通过天线和射频电路接收的接收 MAC 帧，该 MAC 帧中包括指示信息，该指示信息携带于该 MAC 帧的某条链路的链路信息中，用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限；处理电路，用于解析该 MAC 帧，确定采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限。

第二十四方面，本申请提供一种装置，该装置以芯片的产品形态实现，包括输入输出接

口和处理电路。该装置为 non-AP MLD 中的芯片。

一种设计中，输入输出接口，用于输入通过天线和射频电路在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前接收的第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；该第一时延用于该 non-AP MLD 将该第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧；处理电路，用于在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧；输入输出接口，用于输入通过天线和射频电路在该下一个 TBTT 到来时采用该第二链路当前支持的空间流接收的信标帧。

一种设计中，输入输出接口，用于在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前输出第一帧，并通过射频电路进行处理后，经过天线发送第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；该第一时延用于该 non-AP MLD 将该第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧；处理电路，用于在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧；输入输出接口，还用于输入通过天线和射频电路在该下一个 TBTT 到来时采用该第二链路当前支持的空间流接收的信标帧。

一种设计中，输入输出接口，用于输入通过天线和射频电路在下一个 TBTT 到来之前接收的第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；处理电路，用于保持该第一链路支持的空间流；输入输出接口，用于输入通过天线和射频电路在该下一个 TBTT 到来时采用该第一链路支持的空间流接收信标帧。其中，该第一链路支持的空间流是单空间流或多空间流。

一种设计中，处理电路，用于生成 MAC 帧，该 MAC 帧中包括指示信息，该指示信息用于指示该 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识；输入输出接口，用于输出 MAC 帧，并通过射频电路进行处理后，经过天线发送该 MAC 帧。

一种设计中，处理电路，用于生成 MAC 帧，该指示信息携带于该 MAC 帧的某条链路的链路信息中，用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限；输入输出接口，用于输出 MAC 帧，并通过射频电路进行处理后，经过天线发送该 MAC 帧。

一种设计中，处理电路，用于在第一链路上进行信道竞争，获得 TXOP，该第一链路的空間流是单空间流；处理电路，还用于保持该第一链路上的信道占用，并将第二链路上的空间流切换到该第一链路上形成多空间流；输入输出接口，用于输出上行 PPDU，并通过射频电路进行处理后，经过天线采用该多空间流在该第一链路上发送上行 PPDU。

第二十五方面，本申请提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有程序指令，当该程序指令在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面、或上述第二方面、或上述第五方面、或上述第六方面、或上述第九方面所述的 EMLSR 模式下信标帧传输方法。

第二十六方面，本申请提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有程序指令，当该程序指令在计算机上运行时，使得计算机执行上述第十一方面、或上述第十五方面所述的 EMLSR 模式下链路能力指示方法。

第二十七方面，本申请提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有程序指令，当该程序指令在计算机上运行时，使得计算机执行上述第十九方面所述的 EMLSR 模式下上行非触发数据的传输方法。

第二十八方面，本申请提供一种包含程序指令的计算机程序产品，当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面、或上述第二方面、或上述第五方面、或上述第六方面、

或上述第九方面所述的 EMLSR 模式下信标帧传输方法。

第二十九方面，本申请提供一种包含程序指令的计算机程序产品，当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述第十一方面、或上述第十五方面所述的 EMLSR 模式下链路能力指示方法。

第三十方面，本申请提供一种包含程序指令的计算机程序产品，当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述第十九方面所述的 EMLSR 模式下上行非触发数据的传输方法。

实施本申请实施例，可以避免 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 错失某个重要的信标帧。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍。

图 1 是本申请实施例提供的无线通信系统的一架构示意图；

图 2a 是本申请实施例提供的多链路设备的一结构示意图；

图 2b 是本申请实施例提供的多链路设备的另一结构示意图；

图 3 是本申请实施例提供的多链路通信的一示意图；

图 4 是 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 与 AP MLD 通信的示意图；

图 5 是本申请实施例提供的 EMLSR 模式下信标帧传输方法的一示意图；

图 6 是本申请实施例提供的链路之间的接收能力不对称时传输 beacon 帧的时序示意图

一；

图 7a 是本申请实施例提供的链路之间的接收能力不对称时传输 beacon 帧的时序示意图

二；

图 7b 是本申请实施例提供的链路之间的接收能力不对称时传输 beacon 帧的时序示意图

三；

图 8 是本申请实施例提供的链路之间的接收能力不对称时传输 beacon 帧的时序示意图

四；

图 9 是本申请实施例提供的链路之间的接收能力对称时传输 beacon 帧的时序示意图；

图 10 是本申请实施例提供的 EMLSR 模式下信标帧传输方法的另一示意图；

图 11 是本申请实施例提供的 EMLSR 模式下链路能力指示方法的流程图；

图 12 是本申请实施例提供的 EHT MAC 能力信息字段的帧格式示意图；

图 13 是本申请实施例提供的 STA 控制字段的帧格式示意图；

图 14 是本申请实施例提供的 EML 能力字段的帧格式示意图；

图 15 是本申请实施例提供的 EMLSR 模式下上行非触发数据的传输方法的示意图；

图 16a 是本申请实施例提供的上行非触发数据的传输方法的时序示意图一；

图 16b 是本申请实施例提供的上行非触发数据的传输方法的时序示意图二；

图 16c 是本申请实施例提供的上行非触发数据的传输方法的时序示意图三；

图 17 是本申请实施例提供的通信装置 1 的结构示意图；

图 18 是本申请实施例提供的通信装置 2 的结构示意图；

图 19 是本申请实施例提供的通信装置 1000 的结构示意图。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。

为了便于清楚描述本申请实施例的技术方案，在本申请的实施例中，采用了“第一”、“第二”等字样对功能和作用基本相同的相同项或相似项进行区分。例如，第一链路和第二链路仅仅是为了区分不同的信息，并不对其先后顺序进行限定。本领域技术人员可以理解“第一”、“第二”等字样并不对数量和执行次序进行限定，并且“第一”、“第二”等字样也并不限定一定不同。

在本申请的描述中，除非另有说明，“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系，例如，A/B可以表示A或B。本文中的“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A和/或B，可以表示：单独存在A，同时存在A和B，单独存在B这三种情况。此外，“至少一个”是指一个或多个，“多个”是指两个或两个以上。“以下至少一项（个）”或其类似表达，是指的这些项中的任意组合，包括单项（个）或复数项（个）的任意组合。例如，a，b，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。

本申请中，“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”、“举例来说”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”、“举例来说”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念。

为便于理解本申请实施例提供的方法，下面将对本申请实施例提供的方法的系统架构进行说明。可理解的，本申请实施例描述的系统架构是为了更加清楚的说明本申请实施例的技术方案，并不构成对于本申请实施例提供的技术方案的限定。

本申请实施例提供一种 EMLSR 模式下信标帧传输方法，通过考虑空间流切换时延对于信标帧接收的影响，约束传输机会（transmission opportunity, TXOP）持有者提前一段时间结束 TXOP，以保证 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 能够在下一个目标信标传输时间（target beacon transmission time, TBTT）到来之前完成空间流在链路间的切换，从而可以避免 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 错失某个重要的信标帧。

该 EMLSR 模式下信标帧传输方法可以应用于无线通信系统中，比如无线局域网系统中，该方法可以由无线通信系统中的通信设备或通信设备中的芯片或处理器实现。该通信设备可以是一种支持多条链路并行传输的无线通信设备，例如，该通信设备可以称为多链路设备（multi-link device, MLD）或多频段设备。相比于仅支持单条链路传输的通信设备来说，多链路设备具有更高的传输效率和更大的吞吐率。

多链路设备包括一个或多个隶属的站点（affiliated STA），隶属的站点是一个逻辑上的站点，可以工作在一条链路或一个频段或一个信道上。其中，隶属的站点可以为接入点（access point, AP）或非接入点站点（non-access point station, non-AP STA）。802.11be 将隶属的站点为 AP 的多链路设备称为 AP 多链路设备（AP multi-link device, AP MLD），隶属的站点为 non-AP STA 的多链路设备称为 non-AP 多链路设备（non-AP multi-link device, non-AP MLD）。

可选的，一个多链路设备可包括多个逻辑站点，每个逻辑站点工作在一条链路上，但允许多个逻辑站点工作在同一条链路上。AP MLD 与 non-AP MLD 在数据传输时，可以采用链路标识来标识一条链路或一条链路上的站点。在通信之前，AP MLD 与 non-AP MLD 可以先协商或沟通链路标识与一条链路或一条链路上的站点的对应关系。因此在数据传输的过程中，不需要传输大量的信令信息用来指示链路或链路上的站点，携带链路标识即可，降低了信令开销，提升了传输效率。

一个示例中，AP MLD 在建立基本服务集（basic service set, BSS）时发送的管理帧，比

如信标 (beacon) 帧、关联请求帧等, 会携带一个元素, 该元素包括多个链路标识信息字段。一个链路标识信息字段可以指示一个链路标识与工作在链路标识对应的链路上的站点的对应关系。一个链路标识信息字段不仅包括链路标识, 还包括以下一个或多个信息: 介质接入控制 (medium access control, MAC) 地址, 操作集, 信道号。其中, MAC 地址, 操作集, 信道号中的一个或多个可以指示一条链路。对于 AP 来说, AP 的 MAC 地址也就是 AP 的 BSSID (basic service set identifier, 基本服务集标识)。另一个示例中, 在多链路设备关联过程中, AP MLD 和 non-AP MLD 协商多个链路标识信息字段。其中, 多链路关联是指 AP MLD 的一个 AP 与 non-AP MLD 的一个 STA 进行一次关联, 该关联可帮助 non-AP MLD 的多个 STA 与 AP MLD 的多个 AP 分别关联, 其中, 一个 STA 关联到一个 AP。non-AP MLD 中的一个或多个 STA 可以与 AP MLD 中的一个或多个 AP 之间建立关联关系之后进行通信。

可选的, 多链路设备可以遵循 IEEE 802.11 系列协议实现无线通信, 例如, 遵循极高吞吐率的站点, 或遵循基于 IEEE 802.11be 或兼容支持 IEEE 802.11be 的站点, 实现与其他设备的通信。当然, 其他设备可以是多链路设备, 也可以不是多链路设备。

本申请实施例提供的 EMLSR 模式下信标帧传输方法可以应用于一个节点与一个或多个节点进行通信的场景中; 也可以应用于单用户的上/下行通信场景中, 多用户的上/下行通信场景中; 还可以应用于设备到设备 (device to device, D2D) 的通信场景中。在本申请实施例中, 术语“通信”还可以描述为“数据传输”、“信息传输”或“传输”。术语“传输”可以泛指发送和接收。

其中, 上述任一节点可以是 AP MLD, 也可以是 non-AP MLD。例如, EMLSR 模式下信标帧传输方法应用于 AP MLD 与 Non-AP MLD 之间进行通信的场景; 或者应用于 Non-AP MLD 与 Non-AP MLD 之间进行通信的场景, 或者应用于 AP MLD 与 AP MLD 之间进行通信的场景, 本申请实施例对此不做限定。可选的, 上述其中一个节点可以为多链路设备, 其他节点既可以是多链路设备, 也可以不是多链路设备。单链路设备可以是 STA。

为便于描述, 下文以 AP MLD 与 STA 进行通信的场景为例, 对本申请的系统架构进行说明。可理解的, 这里的 STA 是广义的, 指 STA 侧, 既可以是单链路 STA, 也可以是 Non-AP MLD。

参见图 1, 图 1 是本申请实施例提供的无线通信系统的一架构示意图。如图 1 所示, 该无线通信系统包括至少一个 AP MLD (如图 1 中的 AP MLD100) 和至少一个 non-AP MLD (如图 1 中的 non-AP MLD200 和 non-AP MLD300)。可选的, 图 1 中还包括支持仅在单链路上进行传输的遗留站点 (如图 1 中的单链路 non-AP STA400, 又称为 STA400)。其中, AP MLD 是为 non-AP MLD 提供服务的多链路设备, non-AP MLD 可以与 AP MLD 之间采用多条链路进行通信, 从而达到提升吞吐率的效果。AP MLD 中的一个 AP 可以与 non-AP MLD 中的一个 STA 通过一条链路进行通信。可理解的, 图 1 中 AP MLD 和 non-AP MLD 的个数, 仅是示例性的。

可选的, 参见图 2a, 图 2a 是本申请实施例提供的多链路设备的一结构示意图。802.11 标准关注多链路设备中的 802.11 物理层 (physical layer, PHY) 和介质接入控制 (medium access control, MAC) 层部分。如图 2a 所示, 多链路设备包括的多个 STA 在低 MAC (low MAC) 层和 PHY 层互相独立, 在高 MAC (high MAC) 层也互相独立。参见图 2b, 图 2b 是本申请实施例提供的多链路设备的另一结构示意图。如图 2b 所示, 多链路设备中包括的多个 STA 在低 MAC (low MAC) 层和 PHY 层互相独立, 共用高 MAC (high MAC) 层。当然, 在多

链路通信过程中, Non-AP MLD 可以是采用高 MAC 层相互独立的结构, 而 AP MLD 采用高 MAC 层共用的结构; 也可以是 Non-AP MLD 采用高 MAC 层共用的结构, AP MLD 采用高 MAC 层相互独立的结构; 还可以是 Non-AP MLD 和 AP MLD 都采用高 MAC 层共用的结构; 还可以是 Non-AP MLD 和 AP MLD 都采用高 MAC 层相互独立的结构。本申请实施例对于多链路设备的内部结构示意图并不进行限定, 图 2a 和图 2b 仅是示例性说明。示例性的, 该高 MAC 层或低 MAC 层都可以由多链路设备的芯片系统中的一个处理器实现, 还可以分别由一个芯片系统中的不同处理模块实现。

示例性的, 本申请实施例中的多链路设备可以是单个天线的设备, 也可以是多天线的设备。例如, 可以是两个以上天线的设备。本申请实施例对于多链路设备包括的天线数目不做限定。

可选的, 参见图 3, 图 3 是本申请实施例提供的多链路通信的一示意图。如图 3 所示, AP MLD 包括 n 个站点, 分别是 AP1, AP2, ..., AP n ; non-AP MLD 也包括 n 个站点, 分别是 STA1, STA2, ..., STA n 。AP MLD 和 non-AP MLD 可以采用链路 1, 链路 2, ..., 链路 n 并行进行通信。其中, AP MLD 中的一个 AP 可以与 Non-AP MLD 中的一个 STA 建立关联关系。比如, non-AP MLD 中的 STA1 与 AP MLD 中的 AP1 建立关联关系, non-AP MLD 中的 STA2 与 AP MLD 中的 AP2 建立关联关系, non-AP MLD 中的 STA n 与 AP MLD 中的 AP n 建立关联关系等。

示例性的, 多链路设备 (这里既可以是 non-AP MLD, 也可以是 AP MLD) 为具有无线通信功能的装置, 该装置可以为一个整机的设备, 还可以是安装在整机设备中的芯片或处理系统等, 安装这些芯片或处理系统的设备可以在这些芯片或处理系统的控制下, 实现本申请实施例的方法和功能。例如, 本申请实施例中的 non-AP MLD 具有无线收发功能, 可以支持 802.11 系列协议, 可以与 AP MLD 或其他 non-AP MLD 进行通信。例如, non-AP MLD 是允许用户与 AP 通信进而与 WLAN 通信的任何用户通信设备。例如, non-AP MLD 可以为平板电脑、桌面型、膝上型、笔记本电脑、超级移动个人计算机 (ultra-mobile personal computer, UMPC)、手持计算机、上网本、个人数字助理 (personal digital assistant, PDA)、手机等可以联网的用户设备, 或物联网中的物联网节点, 或车联网中的车载通信装置等; non-AP MLD 还可以为上述这些终端中的芯片和处理系统。本申请实施例中的 AP MLD 可以为 non-AP MLD 提供服务的装置, 可以支持 802.11 系列协议。例如, AP MLD 可以为通信服务器、路由器、交换机、网桥等通信实体, 或, AP MLD 可以包括各种形式的宏基站, 微基站, 中继站等, 当然 AP MLD 还可以为这些各种形式的设备中的芯片和处理系统, 从而实现本申请实施例的方法和功能。

可理解的, 多链路设备可以支持高速率低时延的传输, 随着无线局域网应用场景的不断演进, 多链路设备还可以应用于更多场景中, 比如为智慧城市中的传感器节点 (比如, 智能水表, 智能电表, 智能空气检测节点), 智能家居中的智能设备 (比如智能摄像头, 投影仪, 显示屏, 电视机, 音响, 电冰箱, 洗衣机等), 物联网中的节点, 娱乐终端 (比如 AR, VR 等可穿戴设备), 智能办公中智能设备 (比如, 打印机, 投影仪等), 车联网中的车联网设备, 日常生活场景中的一些基础设施 (比如自动售货机, 商超的自助导航台, 自助收银设备, 自助点餐机等)。本申请实施例中对于 Non-AP MLD 和 AP MLD 的具体形式不做限定, 在此仅是示例性说明。其中, 802.11 协议可以为支持 802.11be 或兼容 802.11be 的协议。

上述内容简要介绍了本申请实施例的系统结构, 为更好地理解本申请的技术方案, 下面

简要介绍几个与本申请相关的内容。

一、信标 (beacon) 帧和目标信标传输时间 (target beacon transmission time, TBTT)

信标 (beacon) 帧是无线局域网中定期发送的一个管理帧。通常由接入点设备 (包括单链路 AP 和 AP MLD) 发送, 用于广播接入点设备的基本信息。beacon 帧中通常包含一些重要的信息, 比如关键更新 (Critical Update), 其中包括 BSS 参数更新、TBTT 信息更新等。因此, 对于站点设备 (包括单链路 STA 和 non-AP MLD) 来说, 推荐不错过每一个信标帧。这是因为如果某个信标帧携带了 BSS 参数更新或 TBTT 信息更新, 而站点设备错过了该信标帧, 则可能会导致该站点设备无法正常工作。

TBTT 表示信标 (beacon) 预定传输时间。对于多链路通信而言, AP MLD 可以广播每条链路上的 TBTT。当某条链路上的 TBTT 到达时, AP MLD 会在该链路上主动发送 beacon 帧, 而 non-AP MLD 也会在该链路上主动接收该 beacon 帧。然后 non-AP MLD 可以利用该 beacon 帧进行时间同步、查看流量指示信息 (traffic indication message, TIM) 字段等操作。也就是说, beacon 帧是按照 TBTT 进行周期性发送的, 并且每条链路上都有自己的 TBTT, 不同链路上的 TBTT 可不相同。

二、空间流 (spatial stream) 和天线

无线电在同一时间发送多个信号, 每一个信号称为一个空间流。在多输入多输出 (multiple input multiple output, MIMO) 系统中, 空间流数一般小于或等于天线的数目。如果收发两端的天线数量不相等, 则空间流数小于或等于收发两端最小的天线数目。例如, 4×4 (4 根发射天线 4 根接收天线, 又称为 4 个输入 4 个输出) 的 MIMO 系统可以用于传送 4 个或者更少的空间流, 而 3×2 (3 根发射天线 2 根接收天线) 的 MIMO 系统可以传送 2 个或者小于 2 个的空间流。

可选的, 本申请可沿用 MIMO 系统中天线与空间流的关系。

三、EMLSR 模式下的 non-AP MLD 与 AP MLD 进行通信的过程

参见图 4, 图 4 是 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 与 AP MLD 通信的示意图。其中, EMLSR 模式下的 non-AP MLD 在每条链路上以一根天线进行接收, 即 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 在每条链路上采用一根天线对信道进行监听操作 (即 CCA)。此外, EMLSR 模式下的 non-AP MLD 在每条链路上以一根天线只能接收 AP MLD 以 OFDM PPDU 类型和 non-HT duplicate PPDU 类型发送的初始控制帧, 其他类型的帧不支持接收。应理解, 当发送端在某条链路上采用一根天线发送, 接收端在该条链路上也采用一根天线接收时, 该链路上形成 1×1 (1 个输入 1 个输出) 天线配置。当发送端在某条链路上采用两根天线发送, 接收端在该条链路上也采用两根天线接收时, 该链路上形成 2×2 (2 个输入 2 个输出) 天线配置。如图 4 所示, AP 在信道 2 (channel 2, 简称 ch2) 上采用一根天线发送初始控制帧, 如请求发送 (request to send, RTS) 帧, 该初始控制帧中包括信道转换信号 (channel switch signal), 该信道转换信号用于指示 STA 切换接收使用的天线。STA 在信道 2 上采用一根天线接收 AP 发送的初始控制帧 (此时信道 2 上形成 1×1 天线配置), 在信道 2 上回复允许发送帧 (clear to send, CTS), 并根据该初始控制帧中信道转换信号的指示, 将信道 1 (channel 1, 简称 ch1) 上的接收天线 (radio) 临时切换到信道 2 上, 以此在信道 2 上进行下行的数据传输。

由于某些管理帧 (比如 EHT 标准中的信标帧、关联请求帧等) 的长度较长且比较复杂, 管理帧的 PPDU 类型通常也是更高标准的 PPDU 类型, 比如, HT 类型, 或非常高吞吐率 (very high throughput, VHT) 类型, 或高效 (high efficient, HE) 类型, 或 EHT 类型。所以 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 如何在监听操作下接收管理帧 (比如信标帧, 关联请求帧等) 成为了

亟待解决的问题。

针对 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 如何在监听操作下接收管理帧（比如信标帧，关联请求帧等）的问题，一种实现方式中，由于信标（beacon）帧的周期性，non-AP MLD 可以在 TBTT 到来之前做好准备，然后在不需要 RTS 帧即 AP MLD 不发送初始控制帧的情况下接收信标帧，而其他单独寻址的管理帧可以作为数据帧进行传输。另一种实现方式，将管理帧以及广播帧加入可被 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 采用一根天线接收成功的帧类型。应理解，因为 STA 的接收能力受限才存在 EMLSR 模式，所以如果将 non-AP MLD 采用一根天线下的接收能力开放到管理帧都能够自由接收的程度，则实际上是要求 non-AP MLD 在采用一个天线下的接收能力变强。

本申请实施例提供一种 EMLSR 模式下信标帧传输方法，通过约束 TXOP 持有者（holder）在最近的 TBTT 到来之前的一段时间结束 TXOP，以保证 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 能够在下一个 TBTT 到来之前完成空间流在链路间的切换，从而可以避免 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 错失某个重要的信标帧。

下面将结合更多的附图对本申请提供的技术方案进行详细说明。

本申请提供的技术方案通过四个实施例来详细说明。其中，实施例一阐述 AP MLD 作为 TXOP 持有者时，AP MLD 与 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 之间如何传输信标帧。实施例二 non-AP MLD 作为 TXOP 持有者时，AP MLD 与该 non-AP MLD 之间如何传输信标帧。实施例三阐述一种 EMLSR 模式下的链路能力指示方法。实施例四阐述 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 如何进行上行非触发数据的传输，即如何自主发送上行数据。应理解的，本申请实施例一至实施例四所描述的技术方案可以任一组合形成新的实施例且所涉及概念或方案相同或相似的部分可以相互参考或组合。下面分别对各个实施例进行详细说明。

应理解，本申请中的 AP MLD 和 non-AP MLD 均支持 802.11be 协议（或称为 Wi-Fi 7，EHT 协议），还可以支持其他 WLAN 通信协议，如 802.11ax，802.11ac 等协议。应理解，本申请中的 AP MLD 和 non-AP MLD 还可以支持 802.11be 的下一代协议。也就是说，本申请提供的方法不仅适用于 802.11be 协议，还可以适用于 802.11be 的下一代协议。

还应理解，本申请中的 non-AP MLD 处于（或工作在）EMLSR 模式下，即本申请中的 non-AP MLD 在每条链路上以一根天线进行监听操作（即 CCA）和接收 OFDM PPDU 类型和 non-HT duplicate PPDU 类型的初始控制帧。为便于描述，本文将处于（或工作在）EMLSR 模式下的 non-AP MLD 简记为 EMLSR non-AP MLD。

实施例一

本申请实施例一主要介绍 AP MLD 作为 TXOP 持有者（holder）时，AP MLD 与 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 之间如何传输信标帧，以避免 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 错失某个重要的信标帧。

因为信标帧中包含一些重要的信息，比如关键更新（Critical Update），其中包括 TBTT 信息更新，如果 non-AP MLD 错过该信标帧，按照原来的（或者旧的）TBTT 进行接收则会错过新的信标帧。另外，对于交付流量指示信息（delivery traffic indication message，DTIM）信标帧，如果 non-AP MLD 错过 DTIM 信标帧，则可能会导致 non-AP MLD 错过下行数据包传输机会。所以对于 non-AP MLD 来说，推荐不错过每一个信标帧。

参见图 5，图 5 是本申请实施例提供的 EMLSR 模式下信标帧传输方法的一示意流程图。

如图 5 所示, 该 EMLSR 模式下信标帧传输方法包括但不限于以下步骤:

S101, TXOP 持有者 (AP MLD) 在下一个目标信标传输时间 TBTT 到来之前的第一时延前发送第一帧, 该第一帧用于指示第一链路上的传输机会 TXOP 结束, AP MLD 即将在下一个 TBTT 到来时在第二链路上发送信标帧, 该第一时延用于 EMLSR non-AP MLD 将该第二链路的空流改变为支持接收信标帧。

S102, non-AP MLD 在该下一个 TBTT 到来之前的第一时延前接收第一帧。

S103, non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的空流改变为支持接收信标帧。

S104, AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时在该第二链路上发送信标帧。

S105, non-AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时采用该第二链路支持的空流接收信标帧。

可选的, 因为 beacon 帧是周期性发送的帧, 所以在下一个 TBTT 到来之前, 如果 AP MLD 与 EMLSR non-AP MLD 处于 TXOP 内, 且 TXOP 所在链路与 AP MLD 在下一个 TBTT 到来时发送 beacon 帧的链路不是同一条链路, 则为了保证 EMLSR non-AP MLD 在下一个 TBTT 到来时能够成功接收 beacon 帧, 需要在 TXOP 结束后切换空流, 以在下一个 TBTT 到来时接收信标帧。

可选的, TXOP 持有者 AP MLD 与 EMLSR non-AP MLD 之间存在第一链路和第二链路。AP MLD 通过信道竞争在第一链路上获得传输机会 (transmission opportunity, TXOP), 并在该 TXOP 内与 EMLSR non-AP MLD 在该第一链路上进行数据传输。因此, AP MLD 是 TXOP 持有者。AP MLD 确定自己即将在下一个目标信标传输时间 (target beacon transmission time, TBTT) 到来时在第二链路上发送信标帧, 且该第二链路与当前 TXOP 所在的链路 (即上述第一链路) 不是同一条链路, AP MLD 则在该下一个 TBTT 到来之前的第一时延前发送第一帧。这里, TXOP 所在链路 (即上述第一链路) 上的 AP 需要知道其他链路上的定时同步功能 (timing synchronization function, TSF), 以便于确定下一个 TBTT 在哪条链路上。该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束 (TXOP termination)。该第一帧可以是控制帧, 比如无竞争结束 (Contention free end, CF-end) 帧或 CTS-to-Self (自我允许发送) 帧。相应地, non-AP MLD 在该下一个 TBTT 到来之前的第一时延前接收到该第一帧。non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的空流改变为支持接收信标帧。换句话说, non-AP MLD 需要在第一链路上的 TXOP 结束后至下一个 TBTT 到来的这段时间内完成第二链路的空流的改变。或者, non-AP MLD 将第二链路的空流改变为支持接收信标帧所用的时间应小于或等于该第一时延。AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时在该第二链路上发送信标 (beacon) 帧。相应地, non-AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时采用该第二链路当前支持的空流接收信标帧。应理解, non-AP MLD 在该下一个 TBTT 到来之前已经改变第二链路支持的空流全部或部分切换到该第二链路上, 所以在该下一个 TBTT 到来时, non-AP MLD 可以成功接收信标帧。其中, 该第一时延用于 EMLSR non-AP MLD 将第二链路的空流改变为支持接收信标帧。

可选的, 该第一时延还可以描述为: 用于 EMLSR non-AP MLD 将第二链路的接收天线切换为支持接收信标帧。应理解, 本申请中的“接收天线切换”是指“切换接收天线的工作频段 (或工作链路)”, 是一种逻辑上的切换。比如, “将某条链路上的接收天线全部或部分切换到另一条链路上”是说将当前工作在某条链路上的全部或部分接收天线切换到另一条链路上工作。

本申请中“下一个 TBTT”是指在时间上位于 TXOP 后最近的 TBTT。

应理解，本申请实施例中的第一链路和第二链路是 AP MLD 与 EMLSR non-AP MLD 之间不同的两条链路，实际应用中，non-AP MLD 与 AP MLD 之间可能存在更多的链路（大于两条链路）。其中，第一链路表示 non-AP MLD 与 AP MLD 之间的多条链路中当前 TXOP 所在的链路，第二链路表示 non-AP MLD 与 AP MLD 之间的多条链路中下一个 TBTT 到来的链路。

可选的，non-AP MLD 在第一链路和第二链路上都采用单空间流（或单天线）接收时，其中一条链路上的接收能力受限（即只能接收部分类型（即 OFDM 类型和 non-HT duplicate 类型）的 PPDU），另一条链路上的接收能力不受限（即可接收所有类型的 PPDU）。或者 non-AP MLD 在第一链路和第二链路上都采用单空间流（或单天线）接收时两条链路上的接收能力都受限（即只能接收部分类型的 PPDU）。AP MLD 在发送第一帧之前，根据 non-AP MLD 采用单空间流（或单天线）接收时每条链路上的接收能力，确定第一时延。比如，non-AP MLD 主动上报自己采用单空间流（或单天线）接收时每条链路上的接收能力，具体实现参考下文实施例三的描述，此处不展开说明。

可选的，因为 EMLSR non-AP MLD 在接收 beacon 之前需要将其他链路上的空间流切换到接收 beacon 帧的链路上，所以存在一定的切换时延。本申请可以从空间流角度定义一种或多种 EMLSR 切换时延，具体如下：（1）EMLSR 时延 1 是从一条链路上的单空间流切换到另一条链路上的多空间流所用的时间。（2）EMLSR 时延 2 是从一条链路上的多空间流切换到另一条链路上的单空间流所用的时间。（3）EMLSR 时延 3 是从一条链路上的多空间流切换到另一条链路上的多空间流所用的时间。本申请还可以从天线角度定义一种或多种 EMLSR 切换时延，具体如下：（1）EMLSR 时延 1 是将一条链路上的单天线配置切换到另一条链路上形成多天线配置所用的时间。（2）EMLSR 时延 2 是将一条链路上的多天线配置部分切换到另一条链路上形成单天线配置所用的时间。（3）EMLSR 时延 3 是将一条链路上的多天线配置切换到另一条链路上形成多天线配置所用的时间。

应理解，本申请中的 EMLSR 切换时延均是针对 non-AP MLD 而言，也就是说，在定义的 EMLSR 切换时延内，non-AP MLD 需要完成空间流/接收天线在链路间的切换/改变。其中，EMLSR 时延 1 和 EMLSR 时延 2 可以相同，也可以不相同，也就是说，当 EMLSR 时延 1 与 EMLSR 时延 2 相同时，本申请可以只定义一种 EMLSR 切换时延。本申请也可以不定义 EMLSR 时延 3，而是根据 EMLSR 时延 1 和 EMLSR 时延 2 确定，比如 EMLSR 时延 3 是 EMLSR 时延 1 和 EMLSR 时延 2 中的最大值，或者是 EMLSR 时延 1 与 EMLSR 时延 2 之和。

还应理解，本申请提及的“空间流切换”本质上由于接收天线在链路上切换产生的。比如，在 AP MLD 获得 TXOP 之前，non-AP MLD 在某条链路上只有单天线配置，在 TXOP 结束后，non-AP MLD 为该条链路配置了双天线，即双天线工作在同一工作频段（即该链路）上，从而增加了空间流数，即空间流数也从单流切换为双流。

可选的，上述第一时延可以是 EMLSR 时延 1、EMLSR 时延 2、EMLSR 时延 3 中的一种。下面分别介绍 non-AP MLD 采用单空间流（或单天线）接收时链路（link）之间的接收能力不对称和接收能力全受限时，第一时延的具体实现方式。

1、链路之间的接收能力不对称

可选的，non-AP MLD 采用单空间流（或单天线）接收时链路之间的接收能力不对称可以从两个角度来分别描述。

从空间流角度描述为：EMLSR non-AP MLD 中包括两类空间流，分别是第一类空间流和第二类空间流。non-AP MLD 采用一个第一类空间流在一条链路上接收时的接收能力受限，

可表现为此时该链路上只能接收部分类型（比如 non-HT 重复类型）的 PPDU。non-AP MLD 采用一个第二类空间流在同一条链路上接收时的接收能力不受限，可表现为此时该链路上可接收所有类型的 PPDU。

从天线角度描述为：EMLSR non-AP MLD 的天线能力布置为：两条链路上各布置一条天线，其中一条天线具有较强的接收能力，可表现为这条天线上可接收所有类型的 PPDU，则该条天线产生的单空间流也具有较强的接收能力；另一条天线则是较弱的接收能力，即只能接收部分类型（比如 non-HT 重复类型）的 PPDU，则该条天线产生的单空间流也是较弱的接收能力。为便于描述，本文将具有较强接收能力的天线称为常规天线（regular radio），将较弱接收能力的天线称为受限天线（reduced radio）。应理解，上述第一类空间流可以理解为受限天线产生的单空间流，上述第二类空间流可以理解为常规天线产生的单空间流。

实现方式 1.1：non-AP MLD 在每条链路上采用单空间流接收时的空间流配置为：non-AP MLD 在第一链路上采用第一空间流（或一根受限天线）接收，在第二链路上采用第二空间流（或一根常规天线）接收。其中，第一空间流是上述第一类空间流中的一个空间流，第二空间流是上述第二类单空间流中的一个单空间流。换句话说，non-AP MLD 在该第一链路上采用第一空间流（或一根受限天线）接收时的接收能力受限，即只能接收部分类型的 PPDU。non-AP MLD 在该第二链路上采用第二空间流（或一根常规天线）接收时的接收能力不受限，即可接收所有类型的 PPDU。AP MLD 与 non-AP MLD 在上述第一链路上进行数据传输的过程中（这里指 AP MLD 在第一链路上向该 non-AP MLD 发送数据帧开始至 TXOP 结束的这段时间内），该第一链路支持的空间流是多空间流，包括第一空间流和第二空间流。换句话说，在 TXOP 内，non-AP MLD 在第一链路支持的空间流是多空间流，包括第一空间流和第二空间流；也就是说，在 TXOP 内，为了保证第一链路上的数据传输，而将原来配置给（或工作在）第二链路的第二空间流（或常规天线）临时切换到第一链路上进行数据传输。因此，在 TXOP 内，non-AP MLD 的第二链路未支持空间流，也就是说，TXOP 内 non-AP MLD 中没有接收天线工作第二链路上。

由于上述第一链路（当前 TXOP 所在链路）与上述第二链路（下一个 TBTT 到来的链路）不是同一条链路，所以 non-AP MLD 为了能够成功接收到信标帧，在 TXOP 结束后，non-AP MLD 可以将第二链路的空间流改变/切换为支持接收信标帧，比如将第一链路支持的多空间流（或多天线）中的第二空间流（即常规天线）切换到第二链路得到单空间流（或单天线）。因此，为了保证 non-AP MLD 有足够的时间完成空间流（或接收天线）在链路间的切换/改变，上述第一时延是 non-AP MLD 将第二链路未支持空间流变为支持单空间流所用的时间，即上述第一时延是前文定义的 EMLSR 时延 2。故，non-AP MLD 在下一个 TBTT 到来时，第二链路支持的空间流是单空间流且 non-AP MLD 使用该单空间流在第二链路上接收时接收能力不受限。或者说，non-AP MLD 在下一个 TBTT 到来时，第二链路上的接收天线是常规天线。

参见图 6，图 6 是本申请实施例提供的链路之间的接收能力不对称时传输 beacon 帧的时序示意图一。如图 6 所示，当前 TXOP 在 link1（即上述第一链路）上，下一个 TBTT 即将在 link2（即上述第二链路）上到来。在 TXOP 期间，non-AP MLD 在 link1 支持的空间流（或接收天线）是双空间流（或双天线），包括一个接收能力受限的单空间流（或一根受限天线）和一个接收能力不受限的单空间流（或一根常规天线）。因此，non-AP MLD 为了能够成功接收到信标帧，在 TXOP 结束后，non-AP MLD 可以切换回原有天线配置，即 non-AP MLD 将 link1 上接收能力不受限的单空间流/常规天线切换回 link2 上，以保证 non-AP MLD 在 link2 上能够成功接收信标帧。此种情况下，TXOP holder（如 AP MLD）需要在下一个 TBTT 之前的 EMLSR

时延 2（即上述第一时延）上结束 TXOP，以保证 non-AP MLD 有足够的时间将 link1 上接收能力不受限的单空间流/常规天线切换回 link2，以在下一个 TBTT 到来时成功接收信标帧。其中，图 6 中的 delay2 表示 EMLSR 时延 2。

实现方式 1.2：non-AP MLD 在每条链路上采用单空间流接收时的空间流配置为：non-AP MLD 在第一链路上采用第二空间流（或一根常规天线）接收，在第二链路上采用第一空间流（或一根受限天线）接收。其中，第一空间流是上述第一类单空间流中的一个单空间流，第二空间流是上述第二类单空间流中的一个单空间流。换句话说，non-AP MLD 在该第一链路上采用第二空间流（或一根常规天线）接收时的接收能力不受限，即可接收所有类型的 PPDU。non-AP MLD 在该第二链路上采用第一空间流（或一根受限天线）接收时的接收能力受限，即只能接收部分类型的 PPDU。AP MLD 与 non-AP MLD 在上述第一链路上进行数据传输的过程中（这里指 AP MLD 在第一链路上向该 non-AP MLD 发送数据帧开始至 TXOP 结束的这段时间内），该第一链路支持的空间流是多空间流，包括第一空间流和第二空间流。换句话说，在 TXOP 内，non-AP MLD 在第一链路支持的空间流是多空间流，包括第一空间流和第二空间流；也就是说，在 TXOP 内，为了保证第一链路上的多流数据传输，而将原来配置给（或工作在）第二链路的第一空间流（或受限天线）临时切换到第一链路上进行多流数据传输。因此，在 TXOP 内，non-AP MLD 的第二链路未支持空间流，也就是说，TXOP 内 non-AP MLD 中没有接收天线工作第二链路上。

由于上述第一链路（当前 TXOP 所在链路）与上述第二链路（下一个 TBTT 到来的链路）不是同一条链路，所以 non-AP MLD 为了能够成功接收到信标帧，需要将第二链路的空间流改变/切换为支持接收信标帧。

一种实现方式中，在 TXOP 结束后，non-AP MLD 可以将第一链路支持的多空间流（或多天线）中的第二空间流（即常规天线）切换到第二链路得到单空间流（或单天线），而第一空间流（即受限天线）留在该第一链路上。因此，为了保证 non-AP MLD 有足够的时间完成空间流（或接收天线）在链路间的切换/改变，上述第一时延是 non-AP MLD 将第二链路未支持空间流变为支持单空间流（单天线）所用的时间，即上述第一时延是前文定义的 EMLSR 时延 2。故，non-AP MLD 在下一个 TBTT 到来时，第二链路支持的空间流是单空间流且 non-AP MLD 使用该单空间流在第二链路上接收时接收能力不受限。或者说，non-AP MLD 在下一个 TBTT 到来时，第二链路上的接收天线是常规天线。

参见图 7a，图 7a 是本申请实施例提供的链路之间的接收能力不对称时传输 beacon 帧的时序示意图二。如图 7a 所示，当前 TXOP 在 link2（即上述第一链路）上，下一个 TBTT 即将在 link1（即上述第二链路）上到来。在 TXOP 期间，non-AP MLD 在 link2（即上述第一链路）支持的空间流（或接收天线）是双空间流（或双天线），包括一个接收能力受限的单空间流（或一根受限天线）和一个接收能力不受限的单空间流（或一根常规天线）。因此，non-AP MLD 为了能够成功接收到信标帧，在 TXOP 结束后，non-AP MLD 可以选择将 link2（即上述第一链路）上接收能力不受限的单空间流/常规天线切换到 link1（即上述第二链路）上，以保证 non-AP MLD 在 link1（即上述第二链路）上能够成功接收信标帧，而将接收能力受限的单空间流/受限天线留在 link2（即上述第一链路）上。此种情况下，TXOP holder（如 AP MLD）需要在下一个 TBTT 之前的 EMLSR 时延 2（即上述第一时延）上结束 TXOP，以保证 non-AP MLD 有足够的时间将 link2 上接收能力不受限的单空间流/常规天线切换到 link1 上，以在下一个 TBTT 到来时成功接收信标帧。其中，图 7a 中的 delay2 表示 EMLSR 时延 2。

另一种实现方式中,在 TXOP 结束后,non-AP MLD 可以将第一链路支持的多空间流(或多天线)全部切换到第二链路得到多空间流(或多天线)。因此,为了保证 non-AP MLD 有足够的时间完成空间流(或接收天线)在链路间的切换/改变,上述第一时延是 non-AP MLD 将第二链路未支持空间流变为支持多空间流(或多天线)所用的时间,即上述第一时延是前文定义的 EMLSR 时延 3。故,non-AP MLD 在下一个 TBTT 到来时,第二链路支持的空间流是多空间流,包括第一空间流和第二空间流。或者说,non-AP MLD 在下一个 TBTT 到来时,第二链路上的接收天线是多天线,包括一根常规天线和一根受限天线。

参见图 7b,图 7b 是本申请实施例提供的链路之间的接收能力不对称时传输 beacon 帧的时序示意图三。如图 7b 所示,当前 TXOP 在 link2(即上述第一链路)上,下一个 TBTT 即将在 link1(即上述第二链路)上到来。在 TXOP 期间,non-AP MLD 在 link2(即上述第一链路)支持的空间流(或接收天线)是双空间流(或双天线),包括一个接收能力受限的单空间流(或一根受限天线)和一个接收能力不受限的单空间流(或一根常规天线)。因此,non-AP MLD 为了能够成功接收到信标帧,在 TXOP 结束后,non-AP MLD 可选择直接将 link2 上的双空间流(或双天线)切换到 link1 上,以保证 non-AP MLD 在 link1 上能够成功接收信标帧。此种情况下,TXOP holder(如 AP MLD)需要在下一个 TBTT 之前的 EMLSR 时延 3(即上述第一时延)上结束 TXOP,以保证 non-AP MLD 能够有足够的时间将 link2 上的双空间流(或双天线)切换到链路 1 上,以在下一个 TBTT 到来时成功接收信标帧。其中,图 7b 中的 delay3 表示 EMLSR 时延 3。

实现方式 1.3: non-AP MLD 在每条链路上采用单空间流接收时的空间流配置为: non-AP MLD 在第一链路上采用第二空间流(或一根常规天线)接收,在第二链路上采用第一空间流(或一根受限天线)接收。其中,第一空间流是上述第一类单空间流中的一个单空间流,第二空间流是上述第二类单空间流中的一个单空间流。换句话说,non-AP MLD 在该第一链路上采用第二空间流(或一根常规天线)接收时的接收能力不受限,即可接收所有类型的 PPDU。non-AP MLD 在该第二链路上采用第一空间流(或一根受限天线)接收时的接收能力受限,即只能接收部分类型的 PPDU。AP MLD 与 non-AP MLD 在上述第一链路上进行数据传输的过程中(这里指 AP MLD 在第一链路上向该 non-AP MLD 发送数据帧开始至 TXOP 结束的这段时间内),该第一链路支持的空间流是第二空间流。换句话说,在 TXOP 内,non-AP MLD 在第一链路支持的空间流是单空间流。因此,在 TXOP 内 non-AP MLD 的第二链路所支持的空间流是单空间流,但是 non-AP MLD 采用该单空间流在第二链路上接收时的接收能力受限。也就是说, TXOP 内 non-AP MLD 中有一根受限天线工作在第二链路上。

由于上述第一链路(当前 TXOP 所在链路)与上述第二链路(下一个 TBTT 到来的链路)不是同一条链路,所以 non-AP MLD 为了能够成功接收到信标帧,non-AP MLD 可以将第二链路的空间流改变/切换为支持接收信标帧,比如将第一链路支持的第二空间流(或常规天线)切换到第二链路与该第二链路原有的第一空间流(或受限天线)形成多空间流(或多天线)。因此,为了保证 non-AP MLD 有足够的时间完成空间流(或接收天线)在链路间的切换/改变,上述第一时延是 non-AP MLD 将第二链路支持的空间流从单空间流变为多空间流所用的时间,即上述第一时延是前文定义的 EMLSR 时延 1。故,non-AP MLD 在下一个 TBTT 到来时,第二链路支持的空间流是多空间流,包括第一空间流和第二空间流。或者说,non-AP MLD 在下一个 TBTT 到来时,第二链路上的接收天线是双天线,包括一根常规天线和一根受限天线。

参见图 8，图 8 是本申请实施例提供的链路之间的接收能力不对称时传输 beacon 帧的时序示意图四。由于 non-AP MLD 在每条链路上采用单空间流接收时的空间流配置为：non-AP MLD 在第一链路上采用第二单空间流（或一根常规天线）接收，所以 AP MLD 在第一链路上获得 TXOP 后，可在该第一链路上不发送初始控制帧，而是直接发单流数据帧。如图 8 所示，TXOP 期间，non-AP MLD 在 link2（即上述第一链路）上采用接收能力不受限的单空间流（或一根常规天线）接收单流数据帧。而下一个 TBTT 即将在 link1（即上述第二链路）上到来。因此，non-AP MLD 为了能够成功接收到信标帧，在 TXOP 结束后，non-AP MLD 可选择将 link2 上接收能力不受限的单空间流/常规天线切换到 link1 上、与 link1 上原有的接收能力受限的单空间流/受限天线形成双空间流（或双天线），以保证 non-AP MLD 在 link1 上能够成功接收信标帧。此种情况下，TXOP holder（如 AP MLD）需要在下一个 TBTT 之前的 EMLSR 时延 1（即上述第一时延）上结束 TXOP，以保证 non-AP MLD 能够有足够的时间将 link2 上接收能力不受限的单空间流/常规天线切换到 link1 上，以在下一个 TBTT 到来时成功接收信标帧。其中，图 8 中的 delay1 表示 EMLSR 时延 1。

2、链路之间的接收能力对称

可选的，本申请实施例中 EMLSR non-AP MLD 在每条链路上的接收能力对称，即 non-AP MLD 采用单空间流（或单天线）接收时链路之间的接收能力均受限，或者说 non-AP MLD 中每个单空间流（或每根天线）单独使用时都是较弱的接收能力，即只能接收部分类型的 PPDU。此种情况下，non-AP MLD 无法采用单空间流（或单天线）接收到信标帧。

可选的，由于 non-AP MLD 在每条链路上采用单空间流接收时的接收能力均受限，所以 AP MLD 与 non-AP MLD 在上述第一链路上进行数据传输的过程中（这里指 AP MLD 在第一链路上向该 non-AP MLD 发送数据帧开始至 TXOP 结束的这段时间内），该第一链路支持的空间流（或接收天线）是多空间流（或多天线）。换句话说，在 TXOP 内，为了保证第一链路上的数据传输，而将原来配置给（或工作在）第二链路的单空间流（或受限天线）临时切换到第一链路上进行数据传输。因此，在 TXOP 内，non-AP MLD 的第二链路未支持空间流，也就是说，TXOP 内 non-AP MLD 中没有接收天线工作第二链路上。

而 non-AP MLD 为了能够成功接收到信标帧，在 TXOP 结束后，non-AP MLD 可以将第二链路的空间流改变/切换为支持接收信标帧，比如将第一链路支持的多空间流（或多天线）全部切换到第二链路得到多空间流（或多天线）。因此，为了保证 non-AP MLD 有足够的时间完成空间流（或接收天线）在链路间的切换/改变，上述第一时延是 non-AP MLD 将第二链路未支持空间流变为支持多空间流所用的时间，即上述第一时延是前文定义的 EMLSR 时延 3。故，non-AP MLD 在下一个 TBTT 到来时，第二链路支持的空间流（或接收天线）是多空间流（或多天线）。

参见图 9，图 9 是本申请实施例提供的链路之间的接收能力对称时传输 beacon 帧的时序示意图。如图 9 所示，当前 TXOP 在 link1（即上述第一链路）上，下一个 TBTT 即将在 link2（即上述第二链路）上到来。在 TXOP 期间，non-AP MLD 在 link1（即上述第一链路）支持的空间流（或接收天线）是双空间流（或双天线），包括两个接收能力受限的单空间流（或两根受限天线）。因此，non-AP MLD 为了能够成功接收到信标帧，在 TXOP 结束后，non-AP MLD 可以将 link1 上的双空间流（或双天线）全部切换到 link2 上，以保证 non-AP MLD 在 link2 上能够成功接收信标帧。此种情况下，TXOP holder（如 AP MLD）需要在下一个 TBTT 之前的 EMLSR 时延 3（即上述第一时延）上结束 TXOP，以保证 non-AP MLD 能够有足够的时间

将 link1 上的双空间流（或双天线）全部切换到 link2 上，以在下一个 TBTT 到来时成功接收信标帧。其中，图 9 中的 delay3 表示 EMLSR 时延 3。

可见，本申请实施例在 non-AP MLD 采用单空间流（或单天线）接收时链路之间的接收能力对称和不对称的两种场景下，分别考虑 EMLSR 切换时延对于信标帧接收的影响，通过约束 TXOP 持有者在下一个 TBTT 到来之前的 EMLSR 切换时延（即第一时延）前结束 TXOP，以保证 non-AP MLD 有足够的时间完成空间流的改变/切换，从而可以避免 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 错失某个重要的信标帧。

作为一个可选实施例，当前 TXOP 所在的链路与下一个 TBTT 到来时发送 beacon 帧的链路可以是同一条链路。EMLSR non-AP MLD 与 TXOP 的持有者 AP MLD 之间存在第一链路。具体地，假设当前 TXOP 所在的链路与下一个 TBTT 到来时发送 beacon 帧的链路都是第一链路。也就是说，AP MLD 通过信道竞争在第一链路上获得 TXOP，且 AP MLD 即将在下一个 TBTT 到来时在该第一链路上发送信标帧。AP MLD 获得 TXOP 后，在该 TXOP 内与 EMLSR non-AP MLD 在该第一链路上进行数据传输。AP MLD 在下一个 TBTT 到来之前在第一链路上发送第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束（TXOP termination）。相应地，non-AP MLD 在该下一个 TBTT 到来之前在第一链路上接收第一帧，并保持该第一链路支持的空间流，或者说不改变该第一链路支持的空间流。AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时在该第一链路上发送信标帧。相应地，non-AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时采用该第一链路当前支持的空间流接收信标帧。其中，如果 non-AP MLD 采用某个单空间流在该第一链路上接收时的接收能力不受限（即可接收所有类型的 PPDU），则该第一链路支持的空间流可以是该单空间流。或者，该第一链路支持的空间流是多空间流。换句话说，如果当前 TXOP 所在的链路与下一个 TBTT 到来时发送 beacon 帧的链路是同一条链路，non-AP MLD 可以在该链路上保持当前的空间流，即在 TXOP 结束后也不改变该链路支持的空间流。

可选的，TXOP 的预计结束时间应在下一个 TBTT 到来之前，且 TXOP 的预计结束时间与下一个 TBTT 到来时间的时间间隔应小于或等于某个阈值，比如 64us 或 128us 等。

可见，因为当前 TXOP 所在的链路与下一个 TBTT 到来时发送 beacon 帧的链路是同一条链路，所以 non-AP MLD 保持当前的空间流，在下一个 TBTT 到来时能够成功接收信标帧，从而可以避免 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 错失某个重要的信标帧。

作为另一个可选实施例，当前 TXOP 所在的链路与下一个 TBTT 到来时发送 beacon 帧的链路是同一条链路，且该条链路上的空间流（或接收天线）是单空间流（或单天线）时，AP MLD 发送的单流数据帧可以发挥初始控制帧的作用，即 non-AP MLD 接收到单流数据帧后，也可以将该链路支持的空间流从单空间流（或单天线）变为多空间流（或多天线），然后采用多空间流（或多天线）进行接收。需要说明的是，此种情况下需要对单流数据帧进行填充（padding）加长。具体地，AP MLD 通过信道竞争在第一链路上获得 TXOP，并在该 TXOP 内与 EMLSR non-AP MLD 在该第一链路上进行数据传输。AP MLD 即将在下一个 TBTT 到来时在该第一链路上发送信标帧，且 non-AP MLD 在该第一链路支持的空间流（或接收天线）是单空间流（或单天线）。AP MLD 在下一个 TBTT 到来之前发送经过填充加长后的单流数据帧，该单流数据帧用于指示 non-AP MLD 改变第一链路的空间流（或接收天线）。相应地，non-AP MLD 接收到该单流数据帧后，将第一链路支持的空间流从单空间流变为多空间流（或多天线）。AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时在该第一链路上发送信标帧。相应地，non-AP MLD

在该下一个 TBTT 到来时采用该第一链路当前支持的空间流接收该信标帧。其中，经过填充加长后的单流数据帧的发送时延应大于或等于 non-AP MLD 将第一链路所支持的空间流从单空间流（或单天线）变为多空间流（或多天线）所用的时间。也就是说，在该单流数据帧的传输时间内，non-AP MLD 需要完成第一链路所支持的空间流（或接收天线）的改变/切换。

可见，本申请实施例在当前 TXOP 所在的链路与下一个 TBTT 到来的链路是同一条链路的情况下，提供另一种可行的接收信标帧的方式。

实施例二

本申请实施例二主要介绍 non-AP MLD 作为 TXOP 持有者时，AP MLD 与 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 之间如何传输信标帧，以避免 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 错失某个重要的信标帧。

参见图 10，图 10 是本申请实施例提供的 EMLSR 模式下信标帧传输方法的另一示意流程图。如图 10 所示，该 EMLSR 模式下信标帧传输方法包括但不限于以下步骤：

S201，TXOP 持有者（non-AP MLD）在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前发送第一帧，该第一帧用于指示第一链路上的 TXOP 结束，该第一时延用于 EMLSR non-AP MLD 将该第二链路的空间流改变为支持接收信标帧。

S202，AP MLD 在该下一个 TBTT 到来之前的第一时延前接收该第一帧。

S203，non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的空间流改变为支持接收信标帧。

S204，AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时在该第二链路上发送信标帧。

S205，non-AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时，采用该第二链路支持的空间流接收该信标帧。

可选的，TXOP 持有者 non-AP MLD 与 AP MLD 之间存在第一链路和第二链路。EMLSR non-AP MLD 通过信道竞争在第一链路上获得 TXOP，并在该 TXOP 内与 AP MLD 在该第一链路上进行数据传输。其中，EMLSR non-AP MLD 如何进行自主信道竞争以及如何发送非触发的上行数据，具体可参考下文实施例四的描述，此处不展开说明。或者，AP MLD 通过信道竞争在第一链路上获得 TXOP 后，将该 TXOP 转让给 non-AP MLD，此种情况下，TXOP 转让后 non-AP MLD 是 TXOP 持有者。non-AP MLD 确定出 AP MLD 即将在下一个 TBTT 到来时在第二链路上发送信标帧，且该第二链路与当前 TXOP 所在的链路（即上述第一链路）不是同一条链路，non-AP MLD 则在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前发送第一帧。这里，TXOP 所在链路（即上述第一链路）上的 STA 需要知道其他链路上的 TSF，以便于确定下一个 TBTT 在哪条链路上。该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束（TXOP termination）。该第一帧可以是控制帧，比如 CF-end 帧或 CTS-to-Self 帧。相应地，AP MLD 在该下一个 TBTT 到来之前的第一时延前接收到该第一帧。non-AP MLD 在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的空间流改变为支持接收信标帧。换句话说，non-AP MLD 需要在第一链路上的 TXOP 结束后至下一个 TBTT 到来的这段时间内完成第二链路的空间流的改变。或者，non-AP MLD 将的空间流改变为支持接收信标帧所用的时间应小于或等于第一时延。AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时在该第二链路上发送信标（beacon）帧。相应地，non-AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时采用该第二链路当前支持的空间流接收信标帧。应理解，non-AP MLD 在该下一个 TBTT 到来之前已经改变第二链路支持的空间流，所以在该下一个 TBTT 到来时，non-AP MLD 可以成功接收信标帧。其中，该第一时延用于 EMLSR non-AP MLD 将第

二链路的空间流的空间流改变为支持接收信标帧。

可选的，该第一时延还可以描述为：用于 EMLSR non-AP MLD 将第二链路的接收天线切换为支持接收信标帧。

本申请中“下一个 TBTT”是指在时间上位于 TXOP 后最近的 TBTT。

应理解，本申请实施例中的第一链路和第二链路是 AP MLD 与 EMLSR non-AP MLD 之间不同的两条链路。实际应用中，non-AP MLD 与 AP MLD 之间可能存在更多的链路（大于两条链路）。其中，第一链路表示 non-AP MLD 与 AP MLD 之间的多条链路中当前 TXOP 所在的链路，第二链路表示 non-AP MLD 与 AP MLD 之间的多条链路中下一个 TBTT 到来的链路。

可选的，non-AP MLD 在第一链路和第二链路上都采用单空间流（或单天线）接收时，其中一条链路上的接收能力受限（即只能接收部分类型（即 OFDM 类型和 non-HT duplicate 类型）的 PPDU），另一条链路上的接收能力不受限（即可接收所有类型的 PPDU）。或者 non-AP MLD 在第一链路和第二链路上都采用单空间流（或单天线）接收时两条链路上的接收能力都受限（即只能接收部分类型的 PPDU）。

可选的，上述第一时延可以是前述实施例一中定义的 EMLSR 时延 1、EMLSR 时延 2、EMLSR 时延 3 中的一种，具体可参考前述实施例一中的相应描述，此处不再赘述。该第一时延的具体实现方式也可参考前述实施例一中的相应描述，此处不再赘述。

可见，本申请实施例在 non-AP MLD 采用单空间流（或单天线）接收时链路之间的接收能力对称和不对称的两种场景下，分别考虑 EMLSR 切换时延对于信标帧接收的影响，通过约束 TXOP 持有者在下一个 TBTT 到来之前的 EMLSR 切换时延（即第一时延）前结束 TXOP，以保证 non-AP MLD 有足够的时间完成空间流（或接收天线）的改变/切换，从而可以避免 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 错失某个重要的信标帧。

作为一个可选实施例，当前 TXOP 所在的链路与下一个 TBTT 到来时发送 beacon 帧的链路可以是同一条链路。TXOP 持有者 non-AP MLD 与 AP MLD 之间存在第一链路，且 non-AP MLD 处于 EMLSR 模式下。具体地，假设当前 TXOP 所在的链路与下一个 TBTT 到来时发送 beacon 帧的链路都是第一链路。TXOP 持有者 non-AP MLD 在下一个 TBTT 到来之前在第一链路上发送第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束（TXOP termination）。然后，non-AP MLD 保持该第一链路支持的空间流，或者说不改变该第一链路支持的空间流。AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时在该第一链路上发送信标帧。相应地，non-AP MLD 在该下一个 TBTT 到来时采用该第一链路当前支持的空间流接收信标帧。其中，如果 non-AP MLD 采用某个单空间流在该第一链路上接收时的接收能力不受限（即可接收所有类型的 PPDU），则该第一链路支持的空间流可以是该单空间流。或者，该第一链路支持的空间流是多空间流。换句话说，如果当前 TXOP 所在的链路与下一个 TBTT 到来时发送 beacon 帧的链路是同一条链路，non-AP MLD 可以在该链路上保持当前的空间流，即在 TXOP 结束后也不改变该链路支持的空间流。

可选的，TXOP 的预计结束时间应在下一个 TBTT 到来之前，且 TXOP 的预计结束时间与下一个 TBTT 到来时间的时间间隔应小于或等于某个阈值，比如 64us 或 128us 等。

可见，因为当前 TXOP 所在的链路与下一个 TBTT 到来时发送 beacon 帧的链路是同一条链路，所以 non-AP MLD 保持当前的空间流，在下一个 TBTT 到来时能够成功接收信标帧，从而可以避免 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 错失某个重要的信标帧。

实施例三

本申请实施例三主要介绍 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 中链路之间的接收能力不对称时，链路能力的指示方法。

参见图 11，图 11 是本申请实施例提供的 EMLSR 模式下链路能力指示方法的流程示意图。如图 11 所示，该 EMLSR 模式下链路能力指示方法包括但不限于以下步骤：

S301，non-AP MLD 生成介质接入控制 MAC 帧，该 MAC 帧中包括指示信息，该指示信息用于指示 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识；或者，该 MAC 帧的某条链路的链路信息中，用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限。

S302，non-AP MLD 发送该 MAC 帧。

可选的，本申请实施例中 EMLSR non-AP MLD 采用单空间流（或单天线）接收时链路之间（或天线之间）的接收能力不对称。从空间流角度描述为：EMLSR non-AP MLD 中包括两类空间流，分别是第一类空间流和第二类空间流。non-AP MLD 采用一个第一类空间流在一条链路上接收时的接收能力受限，可表现为此时该链路上只能接收部分类型（比如 non-HT 重复类型）的 PPDU。non-AP MLD 采用一个第二类空间流在同一条链路上接收时的接收能力不受限，可表现为此时该链路上可接收所有类型的 PPDU。从天线角度描述为：EMLSR non-AP MLD 在两条链路上各布置一条天线，其中一条天线具有较强的接收能力，可表现为这条链路上可接收所有类型的 PPDU；另一条天线则是较弱的接收能力，即只能接收部分类型（比如 non-HT 重复类型）的 PPDU。

因此 non-AP MLD 可以向 AP MLD 汇报自己的天线情况或链路能力。为便于描述，本文将具有较强接收能力的天线称为常规天线（regular radio），将较弱接收能力的天线称为受限天线（reduced radio）。应理解，上述第一类空间流可以理解为受限天线产生的单空间流，上述第二类空间流可以理解为常规天线产生的单空间流。还应理解，为便于描述，本文可将 non-AP MLD 在每条链路上采用单空间流（或单天线）接收时常规天线（或第二类单空间流）所在的链路称为接收能力完全链路（RX full capability link），受限天线（或第一类单空间流）所在链路称为接收能力受限链路（RX limitation link）。还应理解，接收能力完全链路和接收能力受限链路并不是固定的，接收能力完全链路会随着常规天线（或第二类单空间流）在链路上的切换发生改变。比如，在 T1 至 T2 这段时间内，常规天线（或第二类单空间流）在链路 1 上工作，则链路 1 就可称为接收能力完全链路；在 T2 至 T3 这段时间内，常规天线（或第二类单空间流）切换到链路 2 上工作，则链路 2 就可称为接收能力完全链路。

可选的，non-AP MLD 通过 MAC 帧中的指示信息来上报自己的链路能力。具体地，该指示信息可以用于指示 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路（即接收能力完全链路）的标识。或者，该指示信息携带于该 MAC 帧的某条链路的链路信息中，用于指示 non-AP MLD 采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限。下面分别介绍指示信息的几种可能实现方式。

第一种实现方式中，上述指示信息位于 MAC 帧的 EHT MAC 能力信息字段（EHT MAC capabilities information field）中，且该指示信息的长度可为 1 比特。因为 EHT MAC 能力信息字段是针对单个 STA 设计的，所以在 EHT MAC 能力信息字段中增加一比特来携带指示信息时，该指示信息指示的是该 EHT MAC 能力信息字段对应的链路上的接收能力是否受限，或指示的是该 EHT MAC 能力信息字段对应的链路是否是接收能力完全链路。

参见图 12，图 12 是本申请实施例提供的 EHT MAC 能力信息字段的帧格式示意图。如图 12 所示，该 EHT MAC 能力信息字段中包括全接收能力字段（full RX capability），还可以

包括图 12 中的其他字段。该全接收能力字段（即上述指示信息）的长度为 1 比特，用于指示接收能力是否受限或是否是接收能力完全链路。比如，当该全接收能力字段的取值为 1 时，表示接收能力不受限或是接收能力完全链路；当该全接收能力字段的取值为 0 时，表示接收能力受限或不是接收能力完全链路；或者反之，即当该全接收能力字段的取值为 0 时，表示接收能力不受限或是接收能力完全链路；当该全接收能力字段的取值为 1 时，表示接收能力受限或不是接收能力完全链路。

应理解，图 12 中全接收能力字段的名称、长度以及在 EHT MAC 能力信息字段中的排列顺序仅是示例性的，本申请实施例对此不做限定。

可见，因为 EHT MAC 能力信息字段通常在关联（association）过程中携带，且该字段在芯片出厂后比特值的变动不大，即出厂后能力较为固定，所以此种方式在实现上较为静态。

第二种实现方式中，上述指示信息位于 MAC 帧的多链路元素（Multi-Link Element）的每个 STA 配置文件（per STA Profile）中，具体可位于每个 STA 配置文件的 STA 控制字段（STA Control field）中。该指示信息的长度可为 1 比特。因为一个 per STA Profile 包含一条链路的信息，所以在 per STA Profile 的 STA 控制字段中增加一比特来携带指示信息时，该指示信息指示的是该 per STA Profile 对应的链路上的接收能力是否受限，或指示的是该 per STA Profile 对应的链路是否是接收能力完全链路。

参见图 13，图 13 是本申请实施例提供的 STA 控制字段的帧格式示意图。如图 13 所示，该 STA 控制字段中包括全接收能力字段（full RX capability），还可以包括图 13 中的其他字段。该全接收能力字段（即上述指示信息）的长度为 1 比特，用于指示接收能力是否受限。比如，当该全接收能力字段的取值为 1 时，表示接收能力不受限；当该全接收能力字段的取值为 0 时，表示接收能力受限；或者反之，即当该全接收能力字段的取值为 0 时，表示接收能力不受限；当该全接收能力字段的取值为 1 时，表示接收能力受限。

应理解，图 13 中全接收能力字段的名称、长度以及在 STA 控制字段中的排列顺序仅是示例性的，本申请实施例对此不做限定。

第三种实现方式中，上述指示信息位于 MAC 帧的多链路元素（Multi-Link Element）的公共信息字段中，具体可位于公共信息字段的增强型多链路（enhanced Multi-Link, EML）能力字段中，用于指示 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路（或接收能力完全链路）的标识。该指示信息的长度可为 4 比特。

参见图 14，图 14 是本申请实施例提供的 EML 能力字段的帧格式示意图。如图 14 所示，该 EML 能力字段包括全接收能力链路标识字段（full RX capability link ID），还可以包括图 14 中的其他字段。该全接收能力链路标识字段（上述指示信息）的长度为 4 比特，用于指示 1×1 天线配置下接收能力不受限的链路（或接收能力完全链路）的标识。

应理解，图 14 中全接收能力链路标识字段的名称、长度以及在 EML 能力字段中的排列顺序仅是示例性的，本申请实施例对此不做限定。

可见，此实现方式在多链路元素（Multi-Link Element）的公共信息字段中通过 4 比特直接指示 non-AP MLD 中接收能力不受限的链路的标识，在 non-AP MLD 与 AP MLD 之间的链路较多时，可在一定程度上节省比特开销。

可选的，图 14 中全接收能力链路标识字段只能指示一条接收能力不受限的链路（即接收能力完全链路），如果需要指示多条接收能力不受限的链路，可采用比特位图的方式进行指示。比如，8 比特或 16 比特的链路比特位图，如果某个链路 ID 所标识的链路在采用单空间流接收时的接收能力不受限，则该链路 ID 对应的比特置 1；反之则置 0，即如果某个链路 ID 所标

识的链路在采用单空间流接收时的接收能力受限,则该链路 ID 对应的比特置 0。或者,链路比特位图按照链路信息字段(link information field)中 per-STA Profile 的顺序设置,比如,链路比特位图的第 1 个比特对应链路信息字段中的第 1 个 per-STA Profile,链路比特位图的第 2 个比特对应链路信息字段中的第 2 个 per-STA Profile,链路比特位图的第 3 个比特对应链路信息字段中的第 3 个 per-STA Profile,以此类推。如果某个 per-STA Profile 对应的链路在采用单空间流接收时的接收能力不受限,则该 per-STA Profile 所在位置对应的链路比特位图中的比特则置 1。比如,第 5 个 per-STA Profile 对应的链路在采用单空间流接收时的接收能力不受限,则链路比特位图中得第 5 个比特置 1。

可见,通过多链路元素的公共信息字段中增加比特位图,可以指示多条接收能力不受限的链路,当 non-AP MLD 中存在多条接收能力不受限的链路时,可以在一定程度上节省比特开销。示例性的,比如 non-AP MLD 与 AP MLD 之间存在 5 条链路,其中有两链路在采用单空间流接收时的接收能力不受限,此时只需在多链路元素的公共信息字段中增加 5 比特的比特位图,而不需要通过 8 个比特来分别指示这两链路的标识。

S303, AP MLD 接收该 MAC 帧。

S304, AP MLD 解析该 MAC 帧。

可选的,AP MLD 接收上述 MAC 帧,并解析该 MAC 获得该 MAC 帧中的指示信息。根据该指示信息的指示确定 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路。或者,根据该指示信息的指示确定某条链路在采用单空间流接收时的接收能力是否受限。

可选的,AP MLD 在确定出 non-AP MLD 的接收能力不受限的链路后,可以在该接收能力不受限的链路上发送广播帧或者单播管理帧。

可见,本申请实施例的 non-AP MLD 通过主动上报自己的链路能力,一方面可以支持 AP MLD 作为 TXOP 持有者时,AP MLD 与 EMLSR non-AP MLD 之间的信标帧传输,另一方面,可以使 AP MLD 与 EMLSR non-AP MLD 通信时在接收能力不受限的链路上不发送初始控制帧,从而节省一些初始控制帧的开销。

上述实施例三介绍了 non-AP MLD 采用显示指示的方式向 AP MLD 汇报自己的链路能力(或天线能力)。作为一个可选实施例,non-AP MLD 也可以采用隐式指示的方式向 AP MLD 汇报自己的链路能力。具体地,AP MLD 和 non-AP MLD 可以默认关联请求帧(Association Request frame)和关联响应帧(Association Response frame)交互的链路为 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路(即接收能力完全链路)。或者,在标准中规定关联请求帧(Association Request frame)和关联响应帧(Association Response frame)交互的链路是 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路(即接收能力完全链路)。如果后续存在重关联请求帧(Reassociation Request frame)和重关联响应帧(Reassociation Response frame)的交互,则在重关联中原接收能力不受限的链路(即原接收能力完全链路)没有失去关联的情况下,此时接收能力不受限的链路还是原接收能力不受限的链路(即关联请求帧和关联响应帧交互的链路)。在重关联中原接收能力不受限的链路失去关联的情况下,此时接收能力不受限的链路(即接收能力完全链路)变为重关联请求帧和重关联响应帧交互的链路。或者,如果后续存在重关联请求帧和重关联响应帧的交互,可直接将 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路(即接收能力完全链路)更新为重关联请求帧和重关联响应帧交互的链路。应理解,如果关联请求帧和关联响应帧交互的链路、与重关联请求帧和重

关联响应帧交互的链路是同一条链路时，可不更新接收能力不受限的链路（即接收能力完全链路）。

可见，本申请实施例的 non-AP MLD 通过隐式指示的方式告知 AP MLD、non-AP MLD 自己的链路能力（或支持的空间流或支持的天线能力），可以节省信令开销。

作为另一个可选实施例，AP MLD 还可以指定某条链路上的接收能力不受限（也就是指定某条链路为接收能力完全链路），由于 AP MLD 实际上不知道 non-AP MLD 采用单空间流接收时哪条链路上的接收能力不受限，所以 AP MLD 指定链路后，non-AP MLD 需要根据 AP MLD 的指示，将接收能力不受限的单空间流/常规天线切换到指定的链路上。比如，AP MLD 通过一个指示信息来指示接收能力不受限的链路，non-AP MLD 接收到该指示信息后，将接收能力不受限的单空间流/常规天线切换到该指示信息指示的链路上。

可见，本申请实施例的 AP MLD 通过直接指示 non-AP MLD 中接收能力不受限的链路，有利于 AP MLD 与多个 EMLSR non-AP MLD 通信时的调度。示例性的，AP MLD 可以为多个 EMLSR non-AP MLD 指定同一条链路作为接收能力不受限的链路，以便于 AP MLD 与这多个 EMLSR non-AP MLD 在同一条链路上发送管理帧。

实施例四

本申请实施例四主要介绍 EMLSR non-AP MLD 如何进行上行非触发数据的传输，即如何自主发送上行数据。

参见图 15，图 15 是本申请实施例提供的 EMLSR 模式下上行非触发数据的传输方法的示意图。如图 15 所示，该 EMLSR 模式下上行非触发数据的传输方法包括但不限于以下步骤：

S401，non-AP MLD 在第一链路上进行信道竞争，获得 TXOP，该第一链路的单空间流。

S402，non-AP MLD 保持该第一链路上的信道占用，并将第二链路上的空间流切换到该第一链路上形成多空间流。

S403，non-AP MLD 采用该多空间流在该第一链路上发送上行 PPDU。

可选的，本申请实施例允许接收能力受限的链路上的 STA 自主竞争信道，比如进行增强分布式信道接入（Enhanced Distributed Channel Access, EDCA）。该 STA 竞争到信道后，如果该 STA 可以发送单流数据帧，则发送单流数据帧，或者将其他链路上的接收天线切换到 TXOP 所在链路上后再发送多流的数据帧。如果该 STA 无法发送单流数据帧，则需要将其他链路上的空间流（或天线）切换到 TXOP 所在链路上形成多空间流（或多天线），以进行上行非触发数据的传输。本申请实施例主要针对 non-AP MLD 需要切换空间流（或天线）的情况。

可选的，non-AP MLD 在第一链路上采用单空间流（或单天线）进行信道竞争，以获得 TXOP。因为 non-AP MLD 无法在第一链路上发送单流数据帧，或者 non-AP MLD 想要发送多流的数据帧，所以为了保证 non-AP MLD 能够发送多流的数据帧，则 non-AP MLD 可以保持该第一链路上的信道占用，并将第二链路上的空间流（或天线）切换到该第一链路上形成多空间流（或多天线）。换句话说，non-AP MLD 需要在发送上行 PPDU 之前，完成空间流（天线）的切换。故 non-AP MLD 在空间流（天线）切换完成后可以采用多空间流（或多天线）在该第一链路上发送上行 PPDU。其中，non-AP MLD 如何保持该第一链路上的信道占用，可以根据实际情况进行设计。下面以示例的形式介绍几种可能的保持信道占用方式。

方式一：参见图 16a，图 16a 是本申请实施例提供的上行非触发数据的传输方法的时序示意图一。如图 16a 所示，non-AP MLD 中的 STA1 在 link1（即上述第一链路）上抢到信道后通过单空间流发送 RTS 帧，并在接收到 CTS 帧后开始切换空间流（或天线）。这种情况下，AP MLD 中的 AP1 需要对 CTS 帧进行填充，以使 non-AP MLD 有足够的时间将 link2（即上述第二链路）上的单空间流（或单天线）切换到 link1 上形成双空间流（或双空间流），从而支持后续 non-AP MLD 在 link1 上的上行 PPDU 的传输。图 16a 中 EMLSR delay1 表示从一条链路上的单空间流（或单天线）切换到另一条链路上形成多空间流（或多天线）所用的时间。应理解，根据 EMLSR delay1 可以确定填充（padding）的长度。其中，CTS 帧需要以至少 HT 格式（包括 HT 格式、VHT 格式、HE 格式、EHT 格式）的 PPDU 进行发送，相应地，RTS 帧也需要以至少 HT 格式的 PPDU 进行发送。

方式二：参见图 16b，图 16b 是本申请实施例提供的上行非触发数据的传输方法的时序示意图二。如图 16b 所示，non-AP MLD 中的 STA1 在 link1（即上述第一链路）上抢到信道后通过单空间流发送 RTS 帧，随即开始切换空间流（或天线），或者在发送 RTS 帧的同时（或并行地）切换空间流/天线（即边发送 RTS 帧边开始切换空间流/天线）。这种情况下，non-AP MLD 中的 STA1 就需要对 RTS 帧进行填充，以使 non-AP MLD 有足够的时间将 link2（即上述第二链路）上的单空间流（或单天线）切换到 link1 上形成多空间流（或多天线），从而支持后续 non-AP MLD 在 link1 上的上行 PPDU 的传输。图 16b 中 EMLSR delay1 表示从一条链路上的单空间流（或单天线）切换到另一条链路上形成多空间流（或多天线）所用的时间。应理解，根据 EMLSR delay1 可以确定填充（padding）的长度。其中，RTS 帧需要以至少 HT 格式的 PPDU 进行发送，或者 STA1 发送多用户（multi-user, MU）RTS（即 MU-RTS）帧，对 MU-RTS 帧进行填充。可选的，如果 AP1 由于正在传输而无法发出 CTS 帧，则 STA1 就再将 link1 上的空间流（或天线）切换回原有天线配置，即 link1 和 link2 上切换回单空间流（或单天线）。

方式三：参见图 16c，图 16c 是本申请实施例提供的上行非触发数据的传输方法的时序示意图三。如图 16c 所示，non-AP MLD 中的 STA1 在 link1（即上述第一链路）上抢到信道后通过单空间流发送 RTS 帧，随即开始切换空间流（或天线），或者在发送 RTS 帧的同时（或并行地）切换空间流/天线（即边发送 RTS 帧边开始切换空间流/天线）。non-AP MLD 中的 STA1 在接收 AP MLD 中 AP1 回复的 CTS 帧后，再发送一个 RTS 帧，以保持信道的占用。

可见，本申请实施例允许 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 仍然可以自主竞争，从而支持 EMLSR 模式下的 non-AP MLD 进行上行非触发数据的传输。

作为一个可选实施例，由于接收能力受限的链路上的 STA 只能听懂（或接收/解析）部分 PPDU，所以允许该 STA 竞争实际上影响了 BSS 内的竞争，容易发生碰撞。因此，可以在标准规定，EMLSR non-AP MLD 在链路之间的接收能力不对称的情况下，只有接收能力不受限的链路上的 STA 可以竞争信道（如使用 EDCA）。或者，由 AP MLD 来指定某些链路上的 STA 可以进行信道竞争以发送上行非触发数据。可见，本申请实施例通过约束处于 EMLSR 模式的 non-AP MLD 只能在部分链路（比如，接收能力不受限的链路，或者 AP MLD 指定的某些链路）上进行信道竞争来发送上行非触发的数据，可以减少信道竞争中的碰撞。

上述内容详细阐述了本申请提供的方法，为了便于实施本申请实施例的上述方案，本申请实施例还提供了相应的装置或设备。

本申请实施例可以根据上述方法示例对 AP MLD 和 non-AP MLD 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。下面将结合图 17 至图 19 详细描述本申请实施例的通信装置。其中,该通信装置是 AP MLD 和 non-AP MLD,进一步的,该通信装置可以为 AP MLD 中的装置;或者,该通信装置为 non-AP MLD 中的装置。

在采用集成的单元的情况下,参见图 17,图 17 是本申请实施例提供的通信装置 1 的结构示意图。该通信装置 1 可以为 AP MLD 或 AP MLD 中的芯片,比如 Wi-Fi 芯片等。如图 17 所示,该通信装置 1 包括收发单元 11,可选的包括处理单元 12。

第一种设计中,收发单元 11,用于在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前发送第一帧,该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束;该第一时延用于该 non-AP MLD 将该第二链路的空流改变为支持接收信标帧;该收发单元 11,还用于在该下一个 TBTT 到来时在该第二链路上发送信标帧。其中, TXOP 持有者该通信装置 1 与 EMLSR non-AP MLD 之间存在第一链路和第二链路,该通信装置 1 即将在下一个 TBTT 到来时在该第二链路上发送信标帧。

可选的,该处理单元 12,用于生成第一帧和信标帧。

可选的,该收发单元 11,还用于接收第二帧,该第二帧包括指示信息,该指示信息用于指示该 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识。

可选的,该收发单元 11,还用于接收第二帧,该第二帧包括指示信息,该指示信息携带在某条链路的链路信息中,用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限。

应理解,第一种设计中的通信装置 1 可对应执行前述实施例一,并且该通信装置 1 中的各个单元的上述操作或功能分别为了实现前述实施例一中 AP MLD 的相应操作,为了简洁,在此不再赘述。

第二种设计中,收发单元 11,用于在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前接收第一帧,该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束;该第一时延用于该 non-AP MLD 将第二链路的空流改变为支持接收信标帧;该收发单元 11,还用于在该下一个 TBTT 到来时在该第二链路上发送信标帧。其中,该通信装置 1 与 TXOP 持有者 non-AP MLD 之间存在第一链路和第二链路,non-AP MLD 处于 EMLSR 模式下。

可选的,该处理单元 12,用于生成信标帧。

应理解,第二种设计中的通信装置 1 可对应执行前述实施例二,并且该通信装置 1 中的各个单元的上述操作或功能分别为了实现前述实施例二中 AP MLD 的相应操作,为了简洁,在此不再赘述。

第三种设计中,收发单元 11,用于接收 MAC 帧,该 MAC 帧中包括指示信息,该指示信息用于指示 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识;或者,该 MAC 帧的某条链路的链路信息中,用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限;处理单元 12,用于解析该 MAC 帧。

应理解,第三种设计中的通信装置 1 可对应执行前述实施例三,并且该通信装置 1 中的各个单元的上述操作或功能分别为了实现前述实施例三中 AP MLD 的相应操作,为了简洁,在此不再赘述。

参见图 18,图 18 是本申请实施例提供的通信装置 2 的结构示意图。该通信装置 2 可以

为 non-AP MLD 或 non-AP MLD 中的芯片，比如 Wi-Fi 芯片等。如图 18 所示，该通信装置 2 包括收发单元 21 和处理单元 22。

第一种设计中，收发单元 21，用于在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前接收第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；该第一时延用于该 non-AP MLD 将该第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧；处理单元 22 中的切换子单元 221，用于在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧；该收发单元 21，还用于在该下一个 TBTT 到来时采用该第二链路当前支持的空间流接收信标帧。其中，该通信装置 2 与 TXOP 持有者 APMLD 之间存在第一链路和第二链路。

可选的，该通信装置 2 采用单空间流在该第一链路和该第二链路上接收时的接收能力受限。在 TXOP 内第一链路支持的空间流是多空间流，而在 TXOP 内该通信装置 2 的第二链路未支持空间流。上述切换子单元 221，具体用于：在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路未支持空间流改变为支持多空间流。

可选的，该通信装置 2 中包括第一空间流和第二空间流，该通信装置 2 采用该第一空间流在链路上接收时的接收能力受限，该通信装置 2 采用该第二空间流在链路上接收时的接收能力不受限。

可选的，在 TXOP 内第一链路支持的空间流是多空间流，包括第一空间流和第二空间流。而在 TXOP 内该通信装置 2 的第二链路未支持空间流。该通信装置 2 采用单空间流在第二链路上接收时的接收能力不受限。上述切换子单元 221，具体用于：在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路未支持空间流变为支持单空间流。其中，第二链路支持的单空间流，支持接收信标帧。这里可以是将 TXOP 内第一链路支持的第二空间流切换回第二链路上

一种实现中，在 TXOP 内第一链路支持的空间流是多空间流，包括该第一空间流和该第二空间流。而在 TXOP 内，该通信装置 2 的第二链路未支持空间流；且该通信装置 2 采用单空间流在第二链路上接收时的接收能力受限。上述切换子单元 221，具体用于：在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的未支持空间流变为支持单空间流。其中，第二链路支持的单空间流，支持接收信标帧。这里可以是将第一链路支持的第二空间流切换到第二链路上。

另一种实现中，在 TXOP 内该通信装置 2 的第二链路所支持的空间流是单空间流，但是该通信装置 2 采用该单空间流在第二链路上接收时的接收能力受限。上述切换子单元 221，具体用于：在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路所支持的空间流从单空间流变成多空间流。

一种实现中，上述收发单元 21，还用于发送第二帧，该第二帧包括指示信息，该指示信息用于指示该 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识。

另一种实现中，上述收发单元 21，还用于发送第二帧，该第二帧包括指示信息，该指示信息携带在某条链路的链路信息中，用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限。

应理解，第一种设计中的通信装置 2 可对应执行前述实施例一，并且该通信装置 2 中的各个单元的上述操作或功能分别为了实现前述实施例一中 non-AP MLD 的相应操作，为了简洁，在此不再赘述。

第二种设计中，收发单元 21，用于在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前发送第一帧，该第一帧用于指示该第一链路上的 TXOP 结束；该第一时延用于该通信装置 2 将该第二链路

上的空间流改变为支持接收信标帧；处理单元 22 中的切换子单元 221，用于在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧；该收发单元 21，还用于在该下一个 TBTT 到来时采用该第二链路上的空间流接收信标帧。其中，该通信装置 2 与 TXOP 持有者 AP MLD 之间存在第一链路和第二链路。该通信装置 2 处于 EMLSR 模式下。

可选的，该通信装置 2 采用单空间流在该第一链路和该第二链路上接收时的接收能力受限。在 TXOP 内第一链路支持的空间流是多空间流，而在 TXOP 内该通信装置 2 的第二链路未支持空间流。上述切换子单元 221，具体用于：在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路未支持空间流改变为支持多空间流。

可选的，该通信装置 2 中包括第一空间流和第二空间流，该通信装置 2 采用该第一空间流在链路上接收时的接收能力受限，该通信装置 2 采用该第二空间流在链路上接收时的接收能力不受限。

可选的，在 TXOP 内第一链路支持的空间流是多空间流，包括第一空间流和第二空间流。而在 TXOP 内该通信装置 2 的第二链路未支持空间流。该通信装置 2 采用单空间流在第二链路上接收时的接收能力不受限。上述切换子单元 221，具体用于：在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将第二链路未支持空间流变为支持单空间流。其中，第二链路支持的空间流支持接收信标帧。这里可以是将 TXOP 内第一链路支持的第二空间流切换回第二链路上。

一种实现中，在 TXOP 内第一链路支持的空间流是多空间流，包括该第一空间流和该第二空间流。而在 TXOP 内，该通信装置 2 的第二链路未支持空间流；且该通信装置 2 采用单空间流在第二链路上接收时的接收能力受限。上述切换子单元 221，具体用于：在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路的未支持空间流变为支持单空间流。其中，第二链路支持的空间流支持接收信标帧。这里可以是将第一链路支持的第二空间流切换到第二链路上。

另一种实现中，在 TXOP 内该通信装置 2 的第二链路所支持的空间流是单空间流，但是该通信装置 2 采用该单空间流在第二链路上接收时的接收能力受限。上述切换子单元 221，具体用于：在该第一链路上的 TXOP 结束后的该第一时延内将该第二链路所支持的空间流从单空间流变成多空间流。

一种实现中，上述收发单元 21，还用于发送第二帧，该第二帧包括指示信息，该指示信息用于指示该 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识。

另一种实现中，上述收发单元 21，还用于发送第二帧，该第二帧包括指示信息，该指示信息携带在某条链路的链路信息中，用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限。

应理解，第二种设计中的通信装置 2 可对应执行前述实施例二，并且该通信装置 2 中的各个单元的上述操作或功能分别为了实现前述实施例二中 non-AP MLD 的相应操作，为了简洁，在此不再赘述。

第三种设计中，处理单元 22 中的生成子单元 222，用于生成介质接入控制 MAC 帧，该 MAC 帧中包括指示信息，该指示信息用于指示 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识；或者，该 MAC 帧的某条链路的链路信息中，用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限；收发单元，用于发送该 MAC 帧。

应理解，第三种设计中的通信装置 2 可对应执行前述实施例三，并且该通信装置 2 中的

各个单元的上述操作或功能分别为了实现前述实施例三中 non-AP MLD 的相应操作，为了简洁，在此不再赘述。

第四种设计中，处理单元 22 中的信道竞争子单元 223，用于在第一链路上进行信道竞争，获得 TXOP，并保持该第一链路上的信道占用，该第一链路的空间流是单空间流；该处理单元 22 中的切换子单元 221，用于将第二链路上的空间流切换到该第一链路上形成多空间流；收发单元 21，用于采用该多空间流在该第一链路上发送上行 PPDU。

应理解，第四种设计中的通信装置 2 可对应执行前述实施例十，并且该通信装置 2 中的各个单元的上述操作或功能分别为了实现前述实施例四中 non-AP MLD 的相应操作，为了简洁，在此不再赘述。

以上介绍了本申请实施例的 AP MLD 和 non-AP MLD，以下介绍所述 AP MLD 和 non-AP MLD 可能的产品形态。应理解，但凡具备上述图 17 所述的 AP MLD 的功能的任何形态的产品，但凡具备上述图 18 所述的 AP MLD 和 non-AP MLD 的功能的任何形态的产品，都落入本申请实施例的保护范围。还应理解，以下介绍仅为举例，不限制本申请实施例的 AP MLD 和 non-AP MLD 的产品形态仅限于此。

作为一种可能的产品形态，本申请实施例所述的 AP MLD 和 non-AP MLD，可以由一般性的总线体系结构来实现。

为了便于说明，参见图 19，图 19 是本申请实施例提供的通信装置 1000 的结构示意图。该通信装置 1000 可以为 AP MLD 和 non-AP MLD，或其中的芯片。图 19 仅示出了通信装置 1000 的主要部件。除处理器 1001 和收发器 1002 之外，所述通信装置还可以进一步包括存储器 1003、以及输入输出装置（图未示意）。

处理器 1001 主要用于对通信协议以及通信数据进行处理，以及对整个通信装置进行控制，执行软件程序，处理软件程序的数据。存储器 1003 主要用于存储软件程序和数据。收发器 1002 可以包括控制电路和天线，控制电路主要用于基带信号与射频信号的转换以及对射频信号的处理。天线主要用于收发电磁波形式的射频信号。输入输出装置，例如触摸屏、显示屏，键盘等主要用于接收用户输入的数据以及对用户输出数据。

当通信装置开机后，处理器 1001 可以读取存储器 1003 中的软件程序，解释并执行软件程序的指令，处理软件程序的数据。当需要通过无线发送数据时，处理器 1001 对待发送的数据进行基带处理后，输出基带信号至射频电路，射频电路将基带信号进行射频处理后将射频信号通过天线以电磁波的形式向外发送。当有数据发送到通信装置时，射频电路通过天线接收到射频信号，将射频信号转换为基带信号，并将基带信号输出至处理器 1001，处理器 1001 将基带信号转换为数据并对该数据进行处理。

在另一种实现中，所述的射频电路和天线可以独立于进行基带处理的处理器而设置，例如在分布式场景中，射频电路和天线可以与独立于通信装置，呈拉远式的布置。

其中，处理器 1001、收发器 1002、以及存储器 1003 可以通过通信总线连接。

一种设计中，通信装置 1000 可以用于执行前述实施例一中 AP MLD 的功能：处理器 1001 可以用于生成图 5 中步骤 S101 发送的第一帧和步骤 S104 发送的信标帧，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；收发器 1002 可以用于执行图 5 中的步骤 S101 和 S104，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

另一种设计中，通信装置 1000 可以用于执行前述实施例一中 non-AP MLD 的功能：处理器 1001 可以用于执行图 5 中步骤 S103，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；收发

器 1002 可以用于执行图 5 中的步骤 S102 和 S105, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中, 通信装置 1000 可以用于执行前述实施例二中 AP MLD 的功能: 处理器 1001 可以用于生成图 10 中步骤 S204 发送的信标帧, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程; 收发器 1002 可以用于执行图 10 中的步骤 S202 和 S204, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

另一种设计中, 通信装置 1000 可以用于执行前述实施例二中 non-AP MLD 的功能: 处理器 1001 可以用于执行图 10 中步骤 S203, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程; 收发器 1002 可以用于执行图 10 中的步骤 S201 和步骤 S205, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中, 通信装置 1000 可以用于执行前述实施例三中 AP MLD 的功能: 处理器 1001 可以用于执行图 11 中步骤 S304, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程; 收发器 1002 可以用于执行图 11 中的步骤 S303, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

另一种设计中, 通信装置 1000 可以用于执行前述实施例三中 non-AP MLD 的功能: 处理器 1001 可以用于执行图 11 中步骤 S301, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程; 收发器 1002 可以用于执行图 11 中的步骤 S302, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中, 通信装置 1000 可以用于执行前述实施例四中 non-AP MLD 的功能: 处理器 1001 可以用于执行图 15 中步骤 S401 和 S402, 和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程; 收发器 1002 可以用于执行图 15 中的步骤 S403, 和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

在上述任一种设计中, 处理器 1001 中可以包括用于实现接收和发送功能的收发器。例如该收发器可以是收发电路, 或者是接口, 或者是接口电路。用于实现接收和发送功能的收发电路、接口或接口电路可以是分开的, 也可以集成在一起。上述收发电路、接口或接口电路可以用于代码/数据的读写, 或者, 上述收发电路、接口或接口电路可以用于信号的传输或传递。

在上述任一种设计中, 处理器 1001 可以存有指令, 该指令可为计算机程序, 计算机程序在处理器 1001 上运行, 可使得通信装置 1000 执行上述任一方法实施例中描述的方法。计算机程序可能固化在处理器 1000 中, 该种情况下, 处理器 1001 可能由硬件实现。

在一种实现方式中, 通信装置 1000 可以包括电路, 所述电路可以实现前述方法实施例中发送或接收或者通信的功能。本申请中描述的处理器和收发器可实现在集成电路 (integrated circuit, IC)、模拟 IC、无线射频集成电路 (radio frequency integrated circuit, RFIC)、混合信号 IC、专用集成电路 (application specific integrated circuit, ASIC)、印刷电路板 (printed circuit board, PCB)、电子设备等上。该处理器和收发器也可以用各种 IC 工艺技术来制造, 例如互补金属氧化物半导体 (complementary metal oxide semiconductor, CMOS)、N 型金属氧化物半导体 (nMetal-oxide-semiconductor, NMOS)、P 型金属氧化物半导体 (positive channel metal oxide semiconductor, PMOS)、双极结型晶体管 (bipolar junction transistor, BJT)、双极 CMOS (BiCMOS)、硅锗 (SiGe)、砷化镓 (GaAs) 等。

本申请中描述的通信装置的范围并不限于此, 而且通信装置的结构可以不受图 14 的限制。通信装置可以是独立的设备或者可以是较大设备的一部分。例如所述通信装置可以是:

- (1) 独立的集成电路 IC, 或芯片, 或, 芯片系统或子系统;
- (2) 具有一个或多个 IC 的集合, 可选的, 该 IC 集合也可以包括用于存储数据, 计算机程序的存储部件;
- (3) ASIC, 例如调制解调器 (Modem);

(4) 可嵌入在其他设备内的模块；

(5) 接收机、终端、智能终端、蜂窝电话、无线设备、手持机、移动单元、车载设备、网络设备、云设备、人工智能设备等等；

(6) 其他等等。

作为一种可能的产品形态，本申请实施例所述的 AP MLD 和 non-AP MLD，可以由通用处理器来实现。

实现 AP MLD 的通用处理器包括处理电路和与所述处理电路内部连接通信的输入输出接口。

一种设计中，该通用处理器可以用于执行前述实施例一中 AP MLD 的功能。具体地，处理电路可以用于生成图 5 中步骤 S101 发送的第一帧和步骤 S104 发送的信标帧，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；输入输出接口可以用于执行图 5 中的步骤 S101 和 S104，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中，该通用处理器可以用于执行前述实施例二中 AP MLD 的功能。具体地，处理电路可以用于生成图 10 中步骤 S204 发送的信标帧，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；输入输出接口可以用于执行图 10 中的步骤 S202 和 S204，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中，该通用处理器可以用于执行前述实施例三中 AP MLD 的功能。具体地，处理电路可以用于执行图 11 中步骤 S304，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；输入输出接口可以用于执行图 11 中的步骤 S303，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

实现第 non-AP MLD 的通用处理器包括处理电路和与所述处理电路内部连接通信的输入输出接口。

一种设计中，该通用处理器可以用于执行前述实施例一中 non-AP MLD 的功能。具体地，处理电路可以用于执行图 5 中步骤 S103，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；输入输出接口可以用于执行图 5 中的步骤 S102 和 S105，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中，该通用处理器可以用于执行前述实施例二中 non-AP MLD 的功能。具体地，处理电路可以用于执行图 10 中步骤 S203，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；输入输出接口可以用于执行图 10 中的步骤 S201 和步骤 S205，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中，该通用处理器可以用于执行前述实施例三中 non-AP MLD 的功能。具体地，处理电路可以用于执行图 11 中步骤 S301，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；输入输出接口可以用于执行图 11 中的步骤 S302，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

一种设计中，该通用处理器可以用于执行前述实施例四中 non-AP MLD 的功能。具体地，处理电路可以用于执行图 15 中步骤 S401 和 S402，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；输入输出接口可以用于执行图 15 中的步骤 S403，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

应理解，上述各种产品形态的通信装置，具有上述方法实施例中 AP MLD 或 non-AP MLD 的任意功能，此处不再赘述。

本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有计算机程序代码，当上述处理器执行该计算机程序代码时，电子设备执行前述任一实施例中的方法。

本申请实施例还提供一种计算机程序产品，当该计算机程序产品在计算机上运行时，使得计算机执行前述任一实施例中的方法。

本申请实施例还提供一种通信装置，该装置可以以芯片的产品形态存在，该装置的结构中包括处理器和接口电路，该处理器用于通过接收电路与其它装置通信，使得该装置执行前述任一实施例中的方法。

本申请实施例还提供一种无线通信系统，包括 AP MLD 和 non-AP MLD，该 AP MLD 和 non-AP MLD 可以执行前述任一实施例中的方法。

结合本申请公开内容所描述的方法或者算法的步骤可以硬件的方式来实现，也可以是由处理器执行软件指令的方式来实现。软件指令可以由相应的软件模块组成，软件模块可以被存放于随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）、闪存、可擦除可编程只读存储器（Erasable Programmable ROM, EPROM）、电可擦可编程只读存储器（Electrically EPROM, EEPROM）、寄存器、硬盘、移动硬盘、只读光盘（CD-ROM）或者本领域熟知的任何其它形式的存储介质中。一种示例性的存储介质耦合至处理器，从而使处理器能够从该存储介质读取信息，且可向该存储介质写入信息。当然，存储介质也可以是处理器的组成部分。处理器和存储介质可以位于 ASIC 中。另外，该 ASIC 可以位于核心网接口设备中。当然，处理器和存储介质也可以作为分立组件存在于核心网接口设备中。

本领域技术人员应该可以意识到，在上述一个或多个示例中，本申请所描述的功能可以用硬件、软件、固件或它们的任意组合来实现。当使用软件实现时，可以将这些功能存储在计算机可读介质中或者作为计算机可读介质上的一个或多个指令或代码进行传输。计算机可读介质包括计算机可读存储介质和通信介质，其中通信介质包括便于从一个地方向另一个地方传送计算机程序的任何介质。存储介质可以是通用或专用计算机能够存取的任何可用介质。

以上所述的具体实施方式，对本申请的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本申请的具体实施方式而已，并不用于限定本申请的保护范围，凡在本申请的技术方案的基础之上，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包括在本申请的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种增强型多链路单无线电 EMLSR 模式下信标帧传输方法，其特征在于，包括：

传输机会 TXOP 持有者接入点多链路设备 AP MLD 与增强型多链路单无线电 EMLSR 非接入点多链路设备 non-AP MLD 之间存在第一链路和第二链路，所述 AP MLD 即将在下一个目标信标传输时间 TBTT 到来时在所述第二链路上发送信标帧；

所述 AP MLD 在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前发送第一帧，所述第一帧用于指示所述第一链路上的 TXOP 结束；所述第一时延用于所述 non-AP MLD 将所述第二链路的空间流改变为支持接收信标帧；

所述 AP MLD 在所述下一个 TBTT 到来时在所述第二链路上发送信标帧。

2. 一种 EMLSR 模式下信标帧传输方法，其特征在于，包括：

EMLSR non-AP MLD 与 TXOP 持有者 AP MLD 之间存在第一链路和第二链路；

所述 non-AP MLD 在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前接收第一帧，所述第一帧用于指示所述第一链路上的 TXOP 结束；所述第一时延用于所述 non-AP MLD 将所述第二链路的空间流改变为支持接收信标帧；

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上的 TXOP 结束后的所述第一时延内将所述第二链路的空间流改变为支持接收信标帧；

所述 non-AP MLD 在所述下一个 TBTT 到来时采用所述第二链路支持的空間流接收信标帧。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述第一时延是以下中的一种：所述第一时延是所述 non-AP MLD 将所述第二链路所支持的空間流从单空間流变成多空間流所使用的时间；

所述第一时延是所述 non-AP MLD 将所述第二链路未支持空間流变成支持单空間流或多空間流所使用的时间。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的方法，其特征在于，所述 non-AP MLD 采用单空間流在所述第二链路上接收时的接收能力受限，所述 TXOP 内所述 non-AP MLD 的所述第二链路未支持空間流；

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上的 TXOP 结束后的所述第一时延内将所述第二链路的空間流改变为支持接收信标帧，包括：

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上的 TXOP 结束后的所述第一时延内将所述第二链路未支持空間流变为支持多空間流。

5. 根据权利要求 2 或 3 所述的方法，其特征在于，所述 TXOP 内所述 non-AP MLD 的所述第二链路未支持空間流；

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上的 TXOP 结束后的所述第一时延内将所述第二链路的空間流改变为支持接收信标帧，包括：

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上的 TXOP 结束后的所述第一时延内将所述第二链路

未支持空间流变为支持单空间流；

其中，所述第二链路支持的单空间流支持接收信标帧。

6. 根据权利要求 2 或 3 所述的方法，其特征在于，所述 non-AP MLD 采用单空间流在所述第二链路上接收时的接收能力受限，所述 TXOP 内所述 non-AP MLD 的所述第二链路所支持的空间流是单空间流；

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上的 TXOP 结束后的所述第一时延内将所述第二链路的单空间流改变为支持接收信标帧，包括：

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上的 TXOP 结束后的所述第一时延内将所述第二链路所支持的空间流从单空间流变成多空间流。

7. 根据权利要求 1-6 中任一项所述的方法，其特征在于，

所述 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路是：所述 AP MLD 与所述 non-AP MLD 在关联过程中交互关联请求帧和关联响应帧的链路，或者所述 AP MLD 与所述 non-AP MLD 在重关联过程中交互重关联请求帧和重关联响应帧的链路。

8. 根据权利要求 2-6 中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

non-AP MLD 发送第二帧，所述第二帧包括指示信息，所述指示信息用于指示所述 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识。

9. 根据权利要求 1 或 3 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述 AP MLD 接收第二帧，所述第二帧包括指示信息，所述指示信息用于指示所述 non-AP MLD 采用单空间流接收时接收能力不受限的链路的标识。

10. 根据权利要求 8 或 9 所述的方法，其特征在于，所述指示信息位于所述第二帧的多链路元素的公共信息字段中，所述指示信息的长度为 4 比特。

11. 根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述指示信息位于所述公共信息字段的增强型多链路 EML 能力字段中。

12. 根据权利要求 2-6 中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

non-AP MLD 发送第二帧，所述第二帧包括指示信息，所述指示信息携带在某条链路的链路信息中，用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限。

13. 根据权利要求 1 或 3 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述 AP MLD 接收第二帧，所述第二帧包括指示信息，所述指示信息携带在某条链路的链路信息中，用于指示采用单空间流接收时该链路的接收能力是否受限。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的方法，其特征在于，所述指示信息位于所述第二帧的极高吞吐率 EHT 介质接入控制 MAC 能力信息字段中，所述指示信息的长度为 1 比特。

15. 根据权利要求 12 或 13 所述的方法, 其特征在于, 所述指示信息位于所述第二帧的多链路元素的每个站点 STA 配置文件中, 所述指示信息的长度为 1 比特。

16. 根据权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 所述指示信息位于所述每个站点 STA 配置文件的 STA 控制字段中。

17. 一种 EMLSR 模式下信标帧传输方法, 其特征在于, 包括:

TXOP 持有者 non-AP MLD 与 AP MLD 之间存在第一链路和第二链路, 所述 non-AP MLD 处于 EMLSR 模式下;

所述 non-AP MLD 在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前发送第一帧, 所述第一帧用于指示所述第一链路上的 TXOP 结束; 所述第一时延用于所述 non-AP MLD 将所述第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧;

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上的 TXOP 结束后的所述第一时延内将所述第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧;

所述 non-AP MLD 在所述下一个 TBTT 到来时采用所述第二链路支持的空间流接收信标帧。

18. 一种 EMLSR 模式下信标帧传输方法, 其特征在于, 包括:

AP MLD 与 TXOP 持有者 non-AP MLD 之间存在第一链路和第二链路, 所述 non-AP MLD 处于 EMLSR 模式下;

所述 AP MLD 在下一个 TBTT 到来之前的第一时延前接收第一帧, 所述第一帧用于指示所述第一链路上的 TXOP 结束; 所述第一时延用于所述 non-AP MLD 将所述第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧;

所述 AP MLD 在所述下一个 TBTT 到来时在所述第二链路上发送信标帧。

19. 根据权利要求 17 或 18 所述的方法, 其特征在于, 所述第一时延是以下中的一种: 所述第一时延是所述 non-AP MLD 将所述第二链路所支持的空间流从单空间流变成多空间流所使用的时间;

所述第一时延是所述 non-AP MLD 将所述第二链路未支持空间流变成支持单空间流或多空间流所使用的时间。

20. 根据权利要求 18 或 19 所述的方法, 其特征在于, 所述 non-AP MLD 采用单空间流在所述第二链路上接收时的接收能力受限, 所述 TXOP 内所述 non-AP MLD 的所述第二链路未支持空间流;

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上的 TXOP 结束后的所述第一时延内将所述第二链路上的空间流改变为支持接收信标帧, 包括:

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上的 TXOP 结束后的所述第一时延内将所述第二链路未支持空间流变为支持多空间流。

21. 根据权利要求 18 或 19 所述的方法, 其特征在于, 所述 TXOP 内所述 non-AP MLD 的所述第二链路未支持空间流;

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上的 TXOP 结束后的所述第一时延内将所述第二链路的空流改变为支持接收信标帧，包括：

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上的 TXOP 结束后的所述第一时延内将所述第二链路未支持空流变为支持单空流；

其中，所述第二链路上支持的单空流支持接收信标帧。

22. 根据权利要求 18 或 19 所述的方法，其特征在于，所述 non-AP MLD 采用单空流在所述第二链路上接收时的接收能力受限，所述 TXOP 内所述 non-AP MLD 的所述第二链路所支持的空流是单空流；

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上的 TXOP 结束后的所述第一时延内将所述第二链路的空流改变为支持接收信标帧，包括：

所述 non-AP MLD 在所述第一链路上的 TXOP 结束后的所述第一时延内将所述第二链路所支持的空流从单空流变成多空流。

23. 根据权利要求 17-22 中任一项所述的方法，其特征在于，

所述 non-AP MLD 采用单空流接收时接收能力不受限的链路是：所述 AP MLD 与所述 non-AP MLD 在关联过程中交互关联请求帧和关联响应帧的链路，或者所述 AP MLD 与所述 non-AP MLD 在重关联过程中交互重关联请求帧和重关联响应帧的链路。

24. 一种 EMLSR 模式下信标帧传输方法，其特征在于，包括：

EMLSR non-AP MLD 与 TXOP 的持有者 AP MLD 之间存在第一链路；

所述 non-AP MLD 在下一个 TBTT 到来之前接收第一帧，所述第一帧用于指示所述第一链路上的 TXOP 结束；

所述 non-AP MLD 保持所述第一链路支持的空流，并在所述下一个 TBTT 到来时采用所述第一链路支持的空流接收信标帧。

25. 根据权利要求 24 所述的方法，其特征在于，所述第一链路支持的空流是单空流或多空流。

26. 一种通信装置，其特征在于，包括用于执行如权利要求 1-25 中任一项所述方法的单元或模块。

27. 一种通信装置，其特征在于，包括处理器和收发器，其中所述收发器用于收发帧，所述处理器用于执行程序指令，以使得所述通信装置执行如权利要求 1-25 中任一项所述的方法。

28. 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中存储有程序指令，当所述程序指令在计算机上运行时，使得所述计算机执行如权利要求 1-25 中任一项所述的方法。

29. 一种包含程序指令的计算机程序产品，其特征在于，当所述程序指令在计算机上运

行时，使得所述计算机执行如权利要求 1-25 中任一项所述的方法。

30. 一种通信装置，其特征在于，包括处理器和接口电路；

所述接口电路，用于接收代码指令并传输至所述处理器；

所述处理器用于运行所述代码指令以执行如权利要求 1-25 中任一项所述的方法。