

空间复用方法、装置、设备和介质

技术领域

本公开涉及无线局域网领域，更具体地，涉及空间复用方法、装置和介质。

5

背景技术

无线局域网（Wireless Local Area Network, WLAN）标准发展至今已历经多代，包括 802.11a/b/g、802.11n、802.11ac、802.11ax 以及现在正在讨论中的 802.11be 等。其中，802.11n 标准称为高吞吐率（High Throughput, HT），802.11ac 标准称为非常高吞吐率（Very High Throughput, VHT），802.11ax 标准称为 HE（High Efficient, 高效），802.11be 标准称为 EHT（Extremely High Throughput, 超高吞吐率）。

802.11ax 的 WLAN 设备，如接入点和站点，只能支持半双工传输，即在同一个频谱宽度或者信道上，只能有一个设备发送信息，其他设备只能接收信号而无法发送，以避免对当前发送设备的干扰。但随着 WLAN 设备的密度越来越高，一个基本服务集（basic service set, BSS）与另一个 BSS 重叠的情况越来越普遍，即重叠基本服务集（Overlapping BSS, OBSS）的情况越来越普遍。如果采用传统方法，则传输效率会非常低。针对这种情况，802.11ax 提出了空间复用（Spatial Reuse）的方法，通过自适应调整发送功率，使得处于重叠基本服务集中的设备能够同时传输，提升了传输效率。然而，802.11ax 的空间复用的方法存在设备间干扰较大，系统效率较低的缺陷。

20

发明内容

本公开提供了一种空间复用的方案。

在本公开的第一方面，提供了一种空间复用方法。在该方法中，第一空间复用设备接收由第二空间复用设备在第一频带上发送的 PSRR PPDU 的部分或全部。第一频带包括一个或多个带宽相同的子带。基于以该带宽为粒度的空间复用参数（SRP）的值，以及以该带宽为粒度的 PSRR PPDU 的接收功率水平（RPL），第一空间复用设备确定在第二频带上发送 PSRR PPDU 的参考发送功率。第二频带包括一个或多个具有该带宽的子带，并且第二频带与第一频带至少部分重叠。以该带宽为粒度的 PSRR PPDU 的 RPL 基于以下中的一项或多项来确定：第一空间复用设备接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带；或者第一频带或第二频带中未打孔的子带。

在某些实现方式中，其中参考发送功率是针对整个第二频带确定的。

在某些实现方式中，以该带宽为粒度的 RPL 是基于第一空间复用设备接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带与第二频带之间的重叠子带而确定的。

在某些实现方式中，以带宽为粒度的 RPL 是基于以下一项来确定的：第一空间复用设备接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带中的未打孔的子带的带宽，或者第一空间复用设备接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带与第二频带之间的重叠子带中的未打孔的子带的带宽。

在某些实现方式中，参考发送功率是基于以下一项来确定的：第二频带中的未打孔的子

带的带宽，或者第一空间复用设备接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带与第二频带之间的重叠子带中的未打孔的子带的带宽。

在某些实现方式中，第一空间复用设备基于以下至少一项来确定第一频带中的未打孔的子带：接收到的 PSRR PPDU 中的前导码包含的打孔指示信息，PSRR PPDU 中包含的打孔指示信息，其中 PSRR PPDU 为非高吞吐率复制 PPDU，或者第二空间复用设备所在基本服务集合 BSS 的管理帧中包含的打孔指示信息，管理帧包括以下至少一个帧：信标帧、关联响应帧、探测响应帧、邻居报告帧或者缩减邻居报告帧。

在某些实现方式中，其中第一空间复用设备确定对 PSRR PPDU 进行打孔。第一空间复用设备基于预定偏移量对参考发送功率进行调整。

在某些实现方式中，以带宽为粒度的 SRP 的值由第二空间复用设备针对经过打孔的 PSRR PPDU 而基于预定偏移量进行了调整。

在某些实现方式中，第一频带包括多个子带。以带宽为粒度的 SRP 的值是针对该多个子带的 SRP 的多个值中的最小值。

在某些实现方式中，确定在第二频带上发送 PSRR PPDU 的参考发送功率包括：基于针对第一频带中的一个子带的 SRP 的值，以及在该子带中的 PSRR PPDU 的 RPL，第一空间复用设备确定在该子带上发送 PSRR PPDU 的参考发送功率，第一频带中的该子带被包含在第二频带中。

在某些实现方式中，针对第二频带与第一频带之间的重叠子带中的打孔的子带，第一空间复用设备确定不允许在打孔的子带上发送 PSRR PPDU；或者第一空间复用设备将打孔的子带上的参考发送功率确定为小于预定义的最大发送功率。

在某些实现方式中，针对第二频带与第一频带之间的重叠子带中的打孔的子带，第一空间复用设备基于针对第二频带与第一频带之间的重叠子带中的一个或多个未打孔的子带确定的一个或多个参考发送功率，来确定打孔的子带上的参考发送功率。

在某些实现方式中，确定打孔的子带上的参考发送功率包括：第一空间复用设备将打孔的子带上的参考发送功率确定为针对多个未打孔的子带确定的多个参考发送功率中的最小参考发送功率或者多个参考发送功率的平均功率。

在某些实现方式中，针对第二频带与第一频带之间的重叠子带中的打孔的子带，第一空间复用设备基于针对打孔的子带的 SRP 的值来确定打孔的子带上的参考发送功率。

在本公开的第二方面，提供了一种空间复用方法。在该方法中，针对用于发送物理层协议数据单元（PPDU）的包括多个带宽相同的子带的第一频带中要被打孔的子带，第二空间复用设备通过以下一个操作来确定相应的空间复用参数 SRP 的值：基于预定偏移量对 SRP 的值进行调整；将 SRP 的值设置为第一值，以向其他空间复用设备指示禁止在 PPDU 要被打孔的子带上进行传输；或者将 SRP 的值设置为第二值，以向其他空间复用设备指示允许在要被打孔的子带上进行传输。继而，第二空间复用设备在第一频带中的未打孔的子带上发送经打孔的 PPDU，PPDU 中承载的触发帧中包含所确定的 SRP 的值。

在本公开的第三方面，提供了一种通信装置。该装置包括接收模块和第一确定模块。接收模块被配置为通过第一空间复用设备接收由第二空间复用设备在第一频带上发送的 PSRR PPDU 的部分或全部，该第一频带包括一个或多个带宽相同的子带。第一确定模块被配置为基于以该带宽为粒度的空间复用参数 SRP 的值，以及以该带宽为粒度的 PSRR PPDU 的接收

功率水平 RPL,通过第一空间复用设备确定在第二频带上发送 PSRT PPDU 的参考发送功率。以该带宽为粒度的 PSRR PPDU 的 RPL 基于以下中的一项或多项来确定:接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带;或者第一频带或第二频带中未打孔的子带。

5 在某些实现方式中,参考发送功率是针对整个第二频带确定的。

在某些实现方式中,以该带宽为粒度的 RPL 是基于接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带与第二频带之间的重叠子带而确定的。

在某些实现方式中,以该带宽为粒度的 RPL 是基于以下一项来确定的:接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带中的未打孔的子带的带宽,或者
10 接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带与第二频带之间的重叠子带中的未打孔的子带的带宽。

在某些实现方式中,参考发送功率是基于以下一项来确定的:第二频带中的未打孔的子带的带宽,或者接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带与第二频带之间的重叠子带中的未打孔的子带的带宽。

15 在某些实现方式中,该装置还包括第二确定模块。第二确定模块被配置为基于以下至少一项来确定第一频带中的未打孔的子带:接收到的 PSRR PPDU 中的前导码包含的打孔指示信息;PSRR PPDU 中包含的打孔指示信息,其中 PSRR PPDU 为非高吞吐率复制 PPDU;或者第二空间复用设备所在基本服务集合 BSS 的管理帧中包含的打孔指示信息,管理帧包括以下至少一个帧:信标帧、关联响应帧、探测响应帧、邻居报告帧或者缩减邻居报告帧。

20 在某些实现方式中,该装置还包括第三确定模块,被配置为通过第一空间复用设备确定对 PSRT PPDU 进行打孔。该装置还包括调整模块,被配置为通过第一空间复用设备基于预定偏移量对参考发送功率进行调整。

在某些实现方式中,以带宽为粒度的 SRP 的值由第二空间复用设备针对经过打孔的 PSRR PPDU 而基于预定偏移量进行了调整。

25 在某些实现方式中,第一频带包括多个子带。以该带宽为粒度的 SRP 的值是针对该多个子带的 SRP 的多个值中的最小值。

在某些实现方式中,第一确定模块被配置为基于针对第一频带中的一个子带的 SRP 的值,以及在该子带中的 PSRR PPDU 的 RPL,通过第一空间复用设备确定在子带上发送 PSRT PPDU 的参考发送功率,第一频带中的该子带被包含在第二频带中。

30 在某些实现方式中,第一确定模块被配置为针对第二频带与第一频带之间的重叠子带中的打孔的子带,通过第一空间复用设备确定不允许在打孔的子带上发送 PSRT PPDU;或者通过第一空间复用设备将打孔的子带上的参考发送功率确定为小于预定义的最大发送功率。

在某些实现方式中,第一确定模块被配置为针对第二频带与第一频带之间的重叠子带中的打孔的子带,通过第一空间复用设备基于针对第二频带与第一频带之间的重叠子带中的一个或多个未打孔的子带确定的一个或多个参考发送功率,来确定打孔的子带上的参考发送功率。
35

在某些实现方式中,第一确定模块被配置为通过第一空间复用设备将打孔的子带上的参考发送功率确定为针对多个未打孔的子带确定的多个参考发送功率中的最小参考发送功率或者多个参考发送功率的平均功率。

在某些实现方式中，第一确定模块被配置为针对第二频带与第一频带之间的重叠子带中的打孔的子带，通过第一空间复用设备基于针对打孔的子带的 SRP 的值来确定打孔的子带上的参考发送功率。

在本公开的第四方面，提供了一种通信装置。该通信装置包括第四确定模块和发送模块。
5 第四确定模块被配置为针对用于发送物理层协议数据单元 PPDU 的包括多个带宽相同的子带的第一频带中要被打孔的子带，通过以下一个操作来确定相应的空间复用参数 SRP 的值：基于预定偏移量对 SRP 的值进行调整；将 SRP 的值设置为第一值，以向其他空间复用设备指示禁止在 PPDU 要被打孔的子带上进行传输；或者将 SRP 的值设置为第二值，以向其他空间复用设备指示允许在要被打孔的子带上进行传输。发送模块被配置为在第一频带中的未打孔的子带上发送经打孔的 PPDU，PPDU 中承载的触发帧中包含所确定的 SRP 的值。
10

在本公开的第五方面，提供了一种通信设备，该通信设备包括：处理器；处理器与存储器耦合，存储器存储指令，其中指令在被处理器执行时使根据本公开的第一或第二方面的方法被执行。

在本公开的第六方面，提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有程序，至少部分程序在由设备中的处理器执行时，使设备执行根据本公开的第一或第二方面的方法。
15

应当理解，发明内容部分中所描述的内容并非旨在限定本公开的关键或重要特征，亦非用于限制本公开的范围。本公开的其它特征将通过以下的描述变得容易理解。

附图说明

20 结合附图并参考以下详细说明，本公开各实施例的上述和其他特征、优点及方面将变得更加明显。在附图中，相同或相似的附图标记表示相同或相似的元素，其中：

图 1 示出了一个 BSS 与另一个 BSS 部分重叠形成的 OBSS 的示意图；

图 2 示出了 802.11ax 标准中基于触发帧的上行调度传输中的帧格式的示意图；

图 3 示出了图 2 中所示的触发帧的帧格式示意图；

25 图 4 示出了 802.11ax 的触发帧中公共信息字段和用户信息字段的帧格式示意图；

图 5 示出了 802.11ax 的空间复用传输流程示意图；

图 6 示出了本公开的实施例可以在其中实施的示例环境；

图 7A 示出了根据本公开的某些实施例的空间复用传输过程的示意图；

图 7B 示出了根据本公开的某些其他实施例的空间复用传输过程的示意图；

30 图 7C 示出了根据本公开的某些其他实施例的空间复用传输过程的示意图；

图 7D 示出了根据本公开的某些实施例的触发帧中包含的公共信息字段和用户信息字段中部分字段的帧格式的示意图；

图 8 示出了根据本公开的某些实施例的空间复用方法的流程图；

图 9 示出了本公开的实施例的 6GHz 频段中 80/160/320MHz 带宽的信道划分的示意图；

35 图 10 示出了根据本公开的某些其他实施例的空间复用方法的流程图；

图 11 示出了根据本公开的某些实施例的装置的示意图；

图 12 示出了根据本公开的某些其他实施例的装置的示意图；以及

图 13 示出了其中可以实施本公开的某些实施例的设备的框图。

具体实施方式

下面将参照附图更详细地描述本公开的实施例。虽然附图中示出了本公开的某些实施例，然而应当理解的是，本公开可以通过各种形式来实现，而且不应该被解释为限于这里阐述的实施例，相反提供这些实施例是为了更加透彻和完整地理解本公开。应当理解的是，本公开

5 的附图及实施例仅用于示例性作用，并非用于限制本公开的保护范围。

在此使用的术语“包括”及其变形是开放性包括，即“包括但不限于”。术语“基于”是“至少部分地基于”。术语“一个实施例”表示“至少一个实施例”；术语“另一实施例”表示“至少一个另外的实施例”。其他术语的相关定义将在下文描述中给出。

应理解，尽管本文可以使用术语“第一”和“第二”等来描述各种元件，但这些元件不

10 应受到这些术语的限制。这些术语仅用于区分一个元件和另一个元件。如本文所用，术语“和/或”包括一个或多个所列术语的任何和所有组合。

在此使用的术语“接入点”或“AP”是指能够使用户终端访问所需服务的任何适当设备。AP的示例包括路由器。在此使用的术语“站点”或“STA”是指能够通过接入点（Access Point，AP）访问所需服务的用户终端。站点（Station，STA）的示例包括个人计算机、平板计算机、

15 个人数字助理（PDA）、移动电话等。

WLAN设备，例如AP和STA工作在非授权频谱，通过竞争信道获得传输物理层协议数据单元（PHY Protocol Data Unit，PPDU）或者其他数据包或者数据分组的机会。如前面所提到的，随着WLAN设备的密度越来越高，一个基本服务集（Basic Service Set，BSS）落在另一个BSS的基本服务区内构成一个重叠基本服务集（Overlapping BSS，OBSS）的情况越来越

20 普遍。针对这种情况，802.11ax提出了空间复用（Spatial Reuse）的方法，通过自适应调整发送功率，使得处于重叠基本服务集中的设备能够同时传输。

图1示出了一个BSS与另一个BSS部分重叠形成的OBSS的示意图。

首先介绍一下重叠基本服务集（Overlapping BSS，OBSS）。如果一个与站点不相关联的基本服务集（BSS）跟与站点相关联的BSS工作在同一个频带（也称为信道）上，并且该不

25 相关联的BSS（部分或全部）在相关联的BSS的基本服务区内，则不相关联的BSS即称为该站点的重叠基本服务集（OBSS）。基本服务区是指包含基本服务集成员的区域，它可能包含其他BSS的成员。

在图1所示的示例中，BSS 105（标记为BSS1）与BSS 110（标记为BSS2）部分重叠，互为OBSS。图1中，AP 115（标记为AP1）、STA 120（标记为STA1）以及STA 125（标记

30 为STA3）属于BSS 105，AP 130（标记为AP2）和STA 135（标记为STA2）属于BSS 110。

由于BSS1和BSS2的基本服务区存在部分重叠，如图1所示，当位于同一个BSS1内的AP1与STA1进行数据传输时，位于另一个BSS2的AP2可以接收到AP1和STA1发送的信息。而且，AP2还可以接收到STA3发送的信息。此时，AP2可以根据AP1传递的空间复用参数，自适应调整AP2向STA2发送PPDU的功率，以实现在OBSS内部的同时传输。同理，

35 当位于同一个BSS2内的AP2与STA2进行数据传输时，位于另一个BSS1的AP1可以接收到AP2发送的信息。此时，AP1也可以根据AP2传递的空间复用参数，自适应调整AP1向STA1和/或STA3发送PPDU的功率，以实现在OBSS内部的同时传输。

AP1或AP2可以在基于触发帧的上行调度传输过程中通过触发帧来传输空间复用参数。下面参考图2到图4来描述基于触发帧的上行调度传输过程。

首先参考图 2，其示出了 802.11ax 标准中基于触发帧的上行调度传输中的示例帧格式的示意图。

如图 2 所示，AP1 在基于触发帧的上行调度传输中，可以首先发送触发帧 205，其中触发帧 205 中包含用于一个或多个 STA 发送上行 PPDU 的资源调度以及其他参数，触发帧 205 的示例格式在图 3 中示出。如图 3 所示，触发帧 205 中包括公共信息 (common info) 字段 305 和用户信息列表 (user info list) 字段 310。公共信息字段 305 包含所有 STA 都需要读取的公共信息。用户信息列表字段 310 包括一个或多个用户信息 (user info) 字段 315，包含相应 STA 需要读取的信息。

图 4 示出触发帧 205 中公共信息字段 305 和用户信息字段 315 的帧格式示意图。

如图 4 所示，公共信息字段 305 中包括上行空间复用 (UL Spatial Reuse) 子字段 405。在用户信息字段 315 中，关联标识 12 (association identification 12, AID12) 子字段 410 表示某一个 STA 的关联标识，而资源单元分配子字段 (RU Allocation) 415 用来指示这个 STA (AID12 所指示的 STA) 所分配到的具体的资源单元 (Resource Unit, RU) 位置。

STA1 和/或 STA3 接收到该触发帧 205 后，从该触发帧 205 中解析出与自己的 AID 相匹配的用户信息字段 315，然后在用户信息字段 315 中的资源单元分配子字段 415 所指示的 RU 上发送高效基于触发的数据分组，例如高效基于触发的物理层协议数据单元 (High Efficient Trigger Based Physical layer Protocol Data Unit, HE TB PPDU) 210，如图 2 所示。STA1 和/或 STA3 还可以将接收到的触发帧 205 中的 UL Spatial Reuse 字段 405 复制到 HE TB PPDU 210 中的高效信令字段 A (High Efficient Signal Field A, HE-SIG-A) 字段 220 中。

AP1 接收到该 HE TB PPDU 210 后，向 STA1 和/或 STA3 回复确认帧 215，以确认 AP1 已收到该 HE TB PPDU 210。

如图 2 所示的 HE TB PPDU 210 中可能包括的各字段的含义及功能可参考如下表 1 所示。

表 1

英文缩略语	完整的英文表述	中文表述	作用
L-STF	Legacy Short Training Field	传统短训练序列	用于 PPDU 的发现，粗同步，自动增益控制
L-LTF	Legacy Long Training Field	传统长训练序列	用于精同步，信道估计
L-SIG	Legacy Signal Field A	传统信令字段	用于携带 PPDU 长度相关的信令信息，保证共存。
HE-SIG-A	High Efficient Signal Field A	高效信令字段 A	用于携带用于解调后续数据的信令
HE-STF	High Efficient Short Training Field	高效短训练序列	用于后续字段的自动增益控制
HE-LTF	High Efficient Long	高效长训练序列	用于信道估计

	Training Field	列	
Data		数据	承载数据信息
PE	Packet Extension	数据包扩展	帮助接收端获得更多处理时间

AP1 发送的触发帧 205 除了能够被与其相关联的 STA1 或 STA3 接收到, 还可以被 OBSS 内部的 AP2 接收到。基于触发帧 205 中的上行空间复用子字段 405 中的信息, AP2 可以与 AP1 在 OBSS 内部进行空间复用传输。下面参考图 5 来讨论 AP1 和 AP2 的空间复用传输的一个示例过程。

图 5 示出了 802.11ax 的示例空间复用传输过程 500 的示意图。

首先, AP1 (即 AP 115) 发送一个包含触发帧 205 的参数功率复用接收 (Parameterized Spatial Reuse Reception, PSRR) PPDU 505 给 STA1。如图 6 所示, 触发帧 205 中的公共信息字段 305 包含上行空间复用 (UL Spatial Reuse) 字段 405, 其中承载上行空间复用参数 (Uplink Spatial Reuse Parameter, UL SRP)。UL SRP 的值代表 AP1 的发送功率加上 AP1 能够接受的最大干扰功率。在 AP 115 的工作频带具有不同带宽 (bandwidth) 时, UL SRP1 至 UL SRP4 的值设定如下:

- 当带宽为 20MHz 时, UL SRP1 = UL SRP2 = UL SRP3 = UL SRP4, 表示该 20MHz 带宽上的 UL SRP 的值相等;
- 当带宽为 40MHz 时, UL SRP1 = UL SRP3 代表第一个 20MHz 子带 (subband), 也称为子信道 (subchannel) 或子块 (subblock), UL SRP2 = UL SRP4 代表第二个 20MHz 子带; 为了防止信道分配造成的混淆, 当带宽为 2.4GHz 时, UL SRP1=UL SRP2。
- 当带宽为 80MHz 时, 四个 UL SRP 分别代表四个 20MHz 子带;
- 当带宽为 160MHz 时, 四个 UL SRP 分别代表四个 40MHz 子带中的任何一个 20MHz 子带, 其中某一个 40MHz 子带中的两个 20MHz 子带的值相同。

带宽是通过图 4 中所示的触发帧 205 的公共信息字段 305 的上行带宽 (Uplink Bandwidth, UL BW) 字段 420 指示的。

UL SRP 的值由 AP1 来决定, 等于 AP1 的发送功率+其可接受的最大干扰功率。

STA1 将接收到的触发帧 205 中的 UL Spatial Reuse 字段 405 复制到即将发送的 HE TB PPDU 210 中的 HE-SIG-A 字段 220 中去, 如图 2 所示。同时 AP2 也同样收到了 AP1 发送的触发帧 205, 并在收到 HE TB PPDU 210 以后 (确定 STA1 确实发了 HE TB PPDU 210), 根据 PSRR PPDU 505 的接收功率水平 (Received Power Level, RPL), 以及四个 UL SRP1~ UL SRP4 的值和/或 HE TB PPDU 中的 4 个 SRP1~SRP4 的值计算其发送参数空间复用发送 (Parameterized Spatial Reuse Transmission, PSRT) PPDU 所用的功率。该发送功率需要满足:

$$\text{AP2 发送 PSRT PPDU 发射功率} \leq \text{SRP} - \text{RPL}, \text{ 公式 (A)}$$

之后, 在检测到 HE TB PPDU 210 发送后, AP2 根据通过以上公式 (A) 计算所得功率来发送 PSRT PPDU 510:

在上面的各公式中,

RPL 表示 PSRR PPDU 频带范围内的功率;

AP2 发送 PSRT PPDU 发射功率归一化到 20MHz;

SRP: 如果 HE TB PPDU 带宽<160MHz, 则归一化到 20MHz; 如果 HE TB PPDU 带宽=160MHz, 则归一化到 40MHz。

5 发明人通过研究发现, 上述 802.11ax 的空间复用传输方法存在以下缺陷: 没有具体考虑发射功率归一化的问题, 也没有考虑 PSRT PPDU 和 PSRR PPDU 带宽不匹配的问题。此外, 该方法还没有考虑 PSRT PPDU 和/或 PSRR PPDU 存在前导码打孔情况下的功率归一化的问题。从而导致 AP 计算的发送功率不准确; 并且进一步导致 AP 之间造成干扰, 降低系统吞吐率。

由此, 本公开的实施例提出了一种改进的空间复用机制。根据该机制, 在两个设备 (分
10 别称为第一空间复用设备和第二空间复用设备) 进行空间复用传输过程中, 第一空间复用设备在确定在其工作频带上 PSRT PPDU 的发送功率时, 将 SRP 的值以及 PSRR PPDU 的接收功率水平 (RPL) 归一化到子带的带宽。具体而言, 第一空间复用设备在接收到由第二空间复用设备在其工作频带 (称为第一频带, 其包括一个或多个带宽相同的子带) 上发送的 PSRR PPDU 之后, 基于以该带宽为粒度的 SRP 的值以及以该带宽为粒度的 PSRR PPDU 的接收功
15 率水平 (RPL) 来确定在其工作频带 (称为第二频带, 也包括一个或多个具有该带宽的子带) 上发送 PSRT PPDU 的参考发送功率。

而且, 第一空间复用设备基于其接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带、和/或第一频带或第二频带中未打孔的子带来确定以该带宽为粒度的 PSRR PPDU 的 RPL。这样, 第一空间复用设备在计算 PSRT PPDU 的发送功率时, 可以考虑
20 PSRT PPDU 和 PSRR PPDU 带宽匹配和/或打孔问题。

以此方式, 第一空间复用设备在计算 PSRT PPDU 的发送功率时可以同时考虑带宽归一化以及 PSRT PPDU 和 PSRR PPDU 带宽匹配和/或打孔问题。此种空间复用机制提高了对 PSRT PPDU 发送功率计算的准确度, 减少了对空间复用设备接收造成的干扰, 提升了系统效率。

25 图 6 示出了本公开的实施例可以在其中实施的示例环境 600。

如图 6 所示, 环境 600 包括两个空间复用设备, 分别为第一空间复用设备 602 和第二空间复用设备 604。在此示例中, 第一空间复用设备 602 和第二空间复用设备 604 均由接入点 (AP) 实现。环境 600 还包括 STA 606、STA 608 和 STA 610, 其中 STA 606 和 STA 608 可以与第一空间复用设备 602 通信, STA 610 可以与第二空间复用设备 604 通信。第一空间复
30 用设备 602 和第二空间复用设备 604 与 STA 606、STA 608 和 STA 610 的通信可以无线方式进行。该通信可以遵循任意适当通信技术以及相应的通信标准。如图 6 所示, 第一空间复用设备 602、STA 606 和 STA 608 属于一个 BSS 612, 第二空间复用设备 604 和 STA 610 属于另一个 BSS 614。这两个 BSS 612 和 614 为 OBSS。在某些实施例中, 在 BSS 612 中可以只有一个 STA 与第一空间复用设备 602 通信。在 BSS 614 可以由多个 STA 与第二空间复用设备
35 604 通信。

在位于 BSS 614 内的第二空间复用设备 604 可以与 STA 610 进行数据传输时, 位于 BSS 612 的第一空间复用设备 602 可以接收到第二空间复用设备 604 发送的信息。反之, 第二空间复用设备 604 也可以接收到第一空间复用设备 602 发送的信息。第一空间复用设备 602 可以根据第二空间复用设备 604 传递的空间复用参数, 自适应调整第一空间复用设备 602 向 STA

608 发送 PPDU 的功率。同理，第二空间复用设备 604 也可以根据第一空间复用设备 602 传递的空间复用参数，自适应调整第二空间复用设备 604 向 STA 610 发送 PPDU 的功率。

应当理解，第一空间复用设备 602 和第二空间复用设备 604 由接入点 (AP) 来实现仅仅是示例而非限制。本公开的第一空间复用设备 602 和第二空间复用设备 604 并不限于该示例中的 AP，而是取决于具体实现和场景，可以为适于空间复用传输的其他各种设备，包括但不限于通信服务器、路由器、交换机、网桥、计算机、手机等 AP 和 STA。此外，仅仅出于示例的目的在图 6 中示出了与第一空间复用设备 602 和第二空间复用设备 604 通信的设备以 STA。本公开并不限于此，而是取决于具体实现和场景，可以为其他的通信设备，包括但不限于通信服务器、路由器、交换机、网桥、计算机、手机等 AP 和 STA。

还应当理解，环境 600 仅出于说明目的示出了两个空间复用设备和三个与其通信的设备，即 STA 606、STA 608 和 STA 610。但是，本公开的实施例可以扩展到应用于其他数量的空间复用设备，这些空间复用设备可以与任意适当数量的其他设备通信。

根据本公开的某些实施例，第一空间复用设备 602 在确定与第二空间复用设备 604 进行空间复用传输之后，根据归一化到工作频带中的子带的带宽的 SRP 的值以及来自第二空间复用设备 604 的 PSRR PPDU 的 RPL 来确定用于发送 PSRT PPDU 的发送功率。

下面参考图 7A、图 7B 和图 7C 来讨论进行说明第一空间复用设备 602 与第二空间复用设备 604 的示例空间复用传输过程。在图 7A、图 7B 和 7C 中所示的示例中，第一空间复用设备 602 和第二空间复用设备 604 都由分别标记为 AP2 和 AP1 的 AP 来实现。

首先参考图 7A，其示出了根据本公开的某些实施例的空间复用传输过程 700A 的示意图。

如图 7A 所示，根据 802.11be，首先，AP1（作为第二空间复用设备 604 的示例）发送一个包含触发帧的 PSRR PPDU 701 给 STA1。在一些实施例中，PSRR PPDU 701 可以为任何 PPDU（比如携带管理帧的 PSRR PPDU），然后 AP2 只利用 PSRR PPDU 获得 RPL。利用 STA1 发送的任何携带 SRP 的 PPDU（比如 HE/EHT TB PPDU）获得 SRP 值。后文将参考图 7C 来进一步说明。

过程 700 与过程 500 的区别之处主要在于，携带触发帧 205 的 PSRR PPDU 701 可以调度 STA1 的 HE TB PPDU 和/或 EHT TB PPDU 两种 PPDU。AP2（作为第一空间复用设备 602 的示例）可以基于 HE 和/或 EHT TB PPDU 进行空间复用。在一些实施例中，AP2 可以不接收（或不基于）HE 和/或 EHT TB PPDU，直接通过携带触发帧的 PSRR PPDU 进行空间复用。后文将参考图 7B 来进一步说明。

如图 7A 所示，STA1 在接收到触发帧中的公共信息字段包含上行空间复用（UL Spatial Reuse）和/或特殊用户字段包含 EHT 上行空间复用之后，发送 HE TB PPDU 702 和/或 EHT TB PPDU 703。后续 AP2 发送 PSRT PPDU 的流程与 802.11ax 的空间复用传输过程 500 类似，这里不再赘述。

下面参考图 7D 来讨论通过触发帧来指示 SPR 的示例。

图 7D 示出了根据本公开的某些实施例的触发帧中包含的公共信息字段和用户信息字段中部分字段的帧格式的示意图。

如图 7D 所示，触发帧中的公共信息字段 705 包含四个长度都为 4 比特的上行参数空间复用（Uplink Parameterized Spatial Reuse, UL PSR）字段 710。在图 7D 所示的帧格式中，用户信息列表字段 715 中还包括一个特殊用户信息字段，即，关联标识 12（AID12）字段 720。

该字段 720 指示一个预定值 (2007), 表示其作为公共信息字段的一个扩展, 其中包含两个 4 比特的用于 EHT TB PPDU 的 UL SRP 字段 725 和 730, 分别标记为 EHT UL SRP1 和 EHT UL SRP2。

对于不同带宽, EHT UL SRP1 和 EHT UL SRP2 的值可分别设定如下:

5 当带宽为 20MHz 时, EHT UL SRP1 = EHT UL SRP2;

当带宽为 40MHz 时, EHT UL SRP1 代表第一个 20MHz 子带, EHT UL SRP2 代表第二个 20MHz 子带; 为了防止信道分配造成的混淆, 当带宽为 2.4GHz 时, 令 EHT UL SRP1 = EHT UL SRP2。

10 当带宽为 80MHz 时, 两个 EHT UL SRP 分别代表两个 40MHz 子带中的任何一个 20MHz 子带, 其中某一个 40MHz 子带中的两个 20MHz 子带的值相同。

当带宽为 160MHz 时, 两个 EHT UL SRP 分别代表两个 80MHz 子带中的任何一个 20MHz 子带, 其中某一个 80MHz 子带中的四个 20MHz 子带的值相同。

当带宽为 320MHz 时, 两个 EHT UL SRP 分别代表两个 160MHz 子带中的任何一个 20MHz 子带, 其中某一个 160MHz 子带中的八个 20MHz 子带的值相同。

15 上述 SRP 的设置方式仅为本公开的某些实施例的设置方式, 本公开并不限于此, 而是可以有其他设置方式。

图 7B 示出了根据本公开的某些其他实施例的空间复用传输过程 700B 的示意图。

图 7B 中所示传输过程与图 7A 中相同或相似之处此处不再赘述。以下主要论述二者的区别之处。如前所述, 在图 7A 所示的过程 700A 中, STA1 在接收到 HE TB PPDU 702 和/或 EHT TB PPDU 703 之后开始进行空间复用传输。而在如图 7B 所示的过程 700B 中, 在 AP2 在接收到承载触发帧的 PSRR PPDU 701 之后即开始进行空间复用传输。即, 如图 7B 中的时间点 735 之后, AP2 即决定进行空间复用传输。与 HE TB PPDU 702 和/或 EHT TB PPDU 703 是否发送无关。也就是说, 图 7B 所示的实施例中, AP2 仅通过 PSRR PPDU 完成空间复用传输。在一些实施例中, STA1 也可以不发 HE/EHT TB PPDU, 比如在 STA1 的信道忙或者 STA1 没有正确接收触发帧的情况下。

图 7C 示出了根据本公开的某些其他实施例的空间复用传输过程 700C 的示意图。

图 7C 中所示传输过程与图 7A 和 7B 中相同或相似之处此处不再赘述。在过程 700C 中, AP2 无需接收来自 AP1 的触发帧即可决定进行空间复用传输。如图 7C 所示, AP1 发送携带信标帧的 PSRR PPDU 740。AP2 可以在获取信标帧时获得 RPL。之后, AP2 可以在接收到 HE TB PPDU 745 和/或 EHT PPDU 750 之后进行空间复用传输。

图 8 示出了根据本公开的某些实施例的空间复用方法 800 的流程图。方法 800 可以由第一空间复用设备 602 或者第二空间复用设备 604 来执行。为讨论方便, 以下从第一空间复用设备 602 角度参考图 9 来描述方法 800。

35 在方法 800 中, 在框 810 处, 第一空间复用设备 602 接收由第二空间复用设备 604 在其工作的第一频带上发送的 PSRR PPDU 的部分或全部。

第一频带是第二空间复用设备 604 的工作频带, 其带宽可以包括 20MHz、40MHz、80MHz、160MHz、320MHz 等等。第一频带包括一个或多个带宽相同的子带 (通常也称为子信道或者子块)。子带的带宽也可以包括 20MHz、40MHz、80MHz、160MHz、320MHz 等等。作为示例, 如果第一频带为 320MHz, 子带的带宽为 20MHz, 则该第一频带中包括 16 个子带。类

似地, 如果第一频带为 320MHz, 子带的带宽为 40MHz, 则该第一频带中包括 8 个子带。

根据不同的场景, 第一空间复用设备 602 接收到由第二空间复用设备 604 在第一频带上发送的 PSRR PPDU 的部分或全部。下面结合附图 9 对此进一步说明。

图 9 示出了本公开的实施例的 6GHz 频段中 80/160/320MHz 带宽的信道划分的示意图。

5 如图 9 所示, 802.11be 为了有效利用信道, 设计了两种 320MHz 信道 905 和 910, 分别为信道中心频率为 31/95/159 的 320MHz 信道和中心频率为 63/127/191 的 320 MHz 信道, 分别标记为 320-1 和 320-2。在图 9 中, UNII 代表非授权国际信息基础设施无线电频带(Unlicensed National Information Infrastructure (U-NII) radio band)。

在第一空间复用设备 602 由 AP 来实现并且工作在信道 320-2 上的实施例中, 如果第一空间复用设备 602 收到了第二空间复用设备 604 在信道 320-1 上发送的 PSRR PPDU, 则其接收到的功率约等于其整个 PSRR PPDU 带宽 (BW) 内的一半。

又比如, 在第一空间复用设备 602 由站点 (STA) 来实现而该 STA 只具备 80MHz 的能力或者工作在 80MHz 模式的实施例中, 在第一空间复用设备 602 收到第二空间复用设备 604 发送的带宽为 160MHz 的 PSRR PPDU 时, 其只能接收到其中的一个 80MHz 部分, 同样其接收到的功率约等于整个 PSRR PPDU BW 内的一半。

可见, 第一空间复用设备 602 和第二空间复用设备 604 若工作于具有不同信道中心频率的信道上, 则其中一个空间复用设备仅能接收到另一个空间复用设备发送的部分 PSRR PPDU。这就出现了带宽不匹配问题。在本公开的一些实施例中, 第一空间复用设备 602 在确定 PSRR PPDU 的发送功率时将考虑该问题, 后文将对此进行详细说明。

20 在某些实施例中, 第二空间复用设备 604 发送的 PSRR PPDU 可以包含触发帧 (例如, 图 2 中所示的触发帧 205)。例如, 第一空间复用设备 602 可以接收到第二空间复用设备 604 可以向 STA 610 发送的包含触发帧的 PSRR PPDU。触发帧可以具有除了图 2 所示的格式之外的其他的格式。

接下来, 继续参考图 8, 在框 820 处, 基于以子带带宽为粒度的 SRP 的值, 以及以该带宽为粒度的 PSRR PPDU 的 RPL, 第一空间复用设备 602 确定在第二频带上发送 PSRR PPDU 的参考发送功率。第二频带为第一空间复用设备 602 的工作频带, 也包括一个或多个子带。第二频带的子带的带宽与第一频带的子带的带宽相同, 并且第二频带与第一频带至少部分重叠。这样, 第一空间复用设备 602 能够接收到来自第二空间复用设备 604 的 PSRR PPDU。

在某些实施例中, 第一空间复用设备 602 可以从接收到的 PSRR PPDU 中获得其中承载的触发帧中包含的第二空间复用设备 604 针对各个子带指定的 SRP, 并依此计算以子带带宽为粒度的 SRP 的值。在某些实施例中, PSRR PPDU 的既定接收方 (例如 STA 610) 可以将第二空间复用设备 604 接收到的 PSRR PPDU 中的触发帧中的 UL SRP 字段复制到发送的 HE TB PPDU 中的 HE-SIG-A 字段中去, 并且/或者将接收到的触发帧中的 EHT UL SRP 字段复制到发送的 EHT TB PPDU 中的 U-SIG 字段中去。相应地, 第一空间复用设备 602 收到 HE TB PPDU 和/或 EHT TB PPDU 以后, 可以获得针对各个子带的 SRP。继而, 第一空间复用设备 602 可以基于触发帧中的 UL SRP 值、EHT UL SRP 值、HE TB PPDU 中的 SRP 值、U-SIG 中的 EHT SRP 值中的一个或多个来计算其发送 PSRR PPDU 所用的发射功率。

在某些实施例中, 如上所述, SRP 的值不仅可以在 PSRR PPDU 中的触发帧里, 也可以在 PSRR PPDU 的既定接收方 (例如 STA 610) 发送的 HE/EHT TB PPDU 中。在此示例中,

如果第一空间复用设备 602 收到了第二空间复用设备 604 发送的 PSRR PPDU, 并且通过前导码获取了 RPL, 但是没有对数据字段内的触发帧, 第一空间复用设备 602 可以通过来自 STA (例如 STA 610) 的 HE/EHT TB PPDU 来获取 BW 和 PSR。

在某些实施例中, PSRR PPDU 也可以不承载触发帧, 而承载管理帧 (如信标帧等)。此时, 第一空间复用设备 602 可以基于 PSRR PPDU 确定 RPL, 而从其他设备 (比如与第二空间复用设备 604 通信的 STA) 发送的 HE/EHT PPDU 中获得 SRP 的值。作为示例, 除了 HE/EHT TB PPDU, HE/EHT PPDU 还可以包括 HE 多用户 (Multiple User, MU) PPDU, EHT MU PPDU, HE 单用户 (Single User, SU) PPDU, HE 扩展范围 (Extended Range, ER) SU PPDU 的一种或多种。时序上, PSRR PPDU 和 HE/EHT PPDU 可能并不是紧挨着的。HE/EHT PPDU 中的 SRP 的值可以是第二空间复用设备 604 接收的。备选地或附加地, 该 SRP 的值可以是其他设备自主设置 SRP 值。无论是 UL SRP 还是 EHT UL SRP, 都是代表的某一个子带 (例如, 带宽为 20MHz) 上的值。如前面所介绍的, 已有的复用方法中, 并未将 SRP 的值、RPL 以及 PSRT PPDU 的发送功率归一化到相同带宽, 从而导致所计算的发送功率不够准确。因此, 为了计算的准确性, 本公开的实施例也将 RPL 同样归一化到子带带宽, 例如 20MHz。

为此, 在某些实施例中, 可以采用以下公式 1 来确定 PSRT PPDU 的发送功率:

$$TxPower_{PSRT} - 10 \times \log_{10} \frac{BW_{PSRT}}{20MHz} \leq PSR_{kh, 20MHz} - (RPL_{PSRR} - 10 \times \log_{10} \frac{BW_{PSRR}}{20MHz}) \quad (\text{公式 1})$$

其中 $TxPower_{PSRT}$ 表示第一空间复用设备 602 发送 PSRT PPDU 的总发送功率, 是 PSRT PPDU 在第二频带上的参考发送功率的示例。在此示例中, PSRT PPDU 的参考发送功率是针对整个第二频带确定的。通过将整个工作频带归一化到 20MHz, 来确定在整个第二频带上 PSRT PPDU 的参考发送功率。此外, BW_{PSRT} 表示 PSRT PPDU 的带宽 (即第二频带的带宽); $PSR_{kh, 20MHz}$ 表示 PSRR PPDU 带宽范围内第 k 个 20MHz 对应的 UL SRP, 诸如触发帧中一个或多个 UL SRP 字段、HE PPDU 中 HE-SIG-A 字段中的一个或多个 SRP 字段、触发帧中一个或多个 EHT UL SRP 字段、和/或 EHT PPDU 中 U-SIG 字段中的一个或多个 EHT SRP 字段中的一个或多个中指示的 PSR 的值。 RPL_{PSRR} 表示第一空间复用设备 602 在 PSRR PPDU 的带宽范围内收到的 PSRR PPDU 的总功率, BW_{PSRR} 表示 PSRR PPDU 的带宽 (即第一频带的带宽)。

可以看出, 上述公式中的 $TxPower_{PSRT} - 10 \times \log_{10} \frac{BW_{PSRT}}{20MHz}$ 对 $TxPower_{PSRT}$ 进行了 20MHz 归一化; $RPL_{PSRR} - 10 \times \log_{10} \frac{BW_{PSRR}}{20MHz}$ 对 RPL_{PSRR} 进行了 20MHz 归一化。

在某些实施例中, 第二空间复用设备 604 工作的第一频带可以包括多个子带, 而第二空间复用设备 604 针对这些子带指定了 SRP 的多个值。例如, 如上所述, 第二空间复用设备 604 可以通过触发帧中一个或多个 UL SRP 字段、HE PPDU 中 HE-SIG-A 字段中的一个或多个 SRP 字段、触发帧中一个或多个 EHT UL SRP 字段、和/或 EHT PPDU 中 U-SIG 字段中的一个或多个 EHT SRP 字段来指示这些 SRP 的值。此时, 以带宽为粒度的 SRP 的值可以取 SRP 的多个值中的最小值。例如, 对于每个 $PSR_{kh, 20MHz}$, 计算的时候, 可以取 PSRR PPDU BW 范围 (即第一频带) 内最小的 $PSR_{kh, 20MHz}$ 来计算。备选地, 也可以针对不同的 k, 使用相应的不同 SRP 的值来计算不同的 $TxPower_{PSRT}$, 其中, $k=1 \dots, BW_{PSRR}/20MHz$ 。

在上述实施例中, 通过公式 (1) 对 $TxPower_{PSRT}$ 和 RPL_{PSRR} 进行了归一化, 使得不等式中的几个变量都代表一个 20MHz 上的值。以此方式, 能够提高发送功率计算的准确性。

如前面所提到的,如图9所示,802.11be为了有效利用信道,设计了两种320MHz信道905和910,分别为信道中心频率为31/95/159的信道320-1和中心频率为63/127/191的信道320-2。当第一空间复用设备602工作在信道320-2上且收到了第二空间复用设备604在信道320-1上发送的PSRR PPDU时,其接收到的功率约等于其整个PSRR PPDU BW内的一半。

又比如,如果第一空间复用设备602由站点(STA)实现,而STA只具备80MHz的能力,或者工作在80MHz模式,那么在第一空间复用设备602收到160MHz的PSRR PPDU时,其只能接收到其中的一个80MHz部分,同样其接收到的功率约等于整个PSRR PPDU BW内的一半。可见第一空间复用设备602和第二空间复用设备604若工作于具有不同信道中心频率的信道上,则其中一个空间复用设备仅能接收到另一个空间复用设备发送的部分PSRR PPDU,即出现带宽不匹配的情况。

如果第一空间复用设备602接收到PSRR PPDU的频率范围的宽度不是第二空间复用设备604发送PSRR PPDU的整个带宽,而是部分PSRR PPDU的一部分带宽,则接收到的 RPL_{PSRR} 会变小,按照公式2,会造成计算出的 $TxPower_{PSRT}$ 比实际允许的多。相应地,在某些实施例中,第一空间复用设备602可以基于接收到的PSRR PPDU的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带来确定PSRR PPDU的RPL,以便在计算PSRT PPDU的发送功率时将带宽不匹配的情况考虑在内,从而进一步提高发送功率计算的准确性。

下面讨论在考虑带宽不匹配情况下第一空间复用设备602如何确定在第二带宽上发送PSRT PPDU的参考发送功率的具体示例。

在某些实施例中,第一空间复用设备602可以采用以下公式来确定PSRT PPDU的发送功率:

$$TxPower_{PSRT} - 10 \times \log_{10} \frac{BW_{PSRT}}{20MHz} \leq PSR_{kth, 20MHz} - (RPL_{PSRR, Rx} - 10 \times \log_{10} \frac{BW_{PSRR, Rx}}{20MHz}) \quad (\text{公式3})$$

其中 $BW_{PSRR, Rx}$ 表示第一空间复用设备602所接收到的PSRR PPDU频率范围, $RPL_{PSRR, Rx}$ 表示第一空间复用设备602所接收到的PSRR PPDU频率范围的功率。通过比较公式1与公式3,可以发现公式3中用参数 $RPL_{PSRR, Rx}$ 取代了公式1中的参数 RPL_{PSRR} ,并用参数 $BW_{PSRR, Rx}$ 取代了公式1中的参数 BW_{PSRR} 。

该公式3中,采用第一空间复用设备602所接收到的PSRR PPDU频率范围,而不是始终采用整个PSRR PPDU带宽作为归一化的参数,并且相应地采用第一空间复用设备602所接收到的PSRR PPDU频率范围的功率所接收到的PSRR PPDU频率范围的功率,而不是第一空间复用设备602在PSRR PPDU的频率范围内收到的PSRR PPDU的总功率来进行计算,从而解决了带宽不匹配所产生的问题,进一步提高发送功率计算的准确性。

在某些实施例中,以带宽为粒度的RPL是基于第一空间复用设备602接收到的PSRR PPDU的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带与第二频带之间的重叠子带而确定的。以下讨论一个具体示例。

在此示例中,除了采用 $BW_{PSRR, Rx}$ 和 $RPL_{PSRR, Rx}$,还可以采用 $BW_{<PSRR, PSRT>}$ 和 $RPL_{<PSRR, PSRT>}$,如下面公式3a所示,其中 $BW_{<PSRR, PSRT>}$ 代表PSRT PPDU占用频带(即,第二频带)和PSRR PPDU占用频带(即,第一频带)的重叠区域的频率范围的大小, $RPL_{<PSRR, PSRT>}$ 代表在该重叠区域内接收到的PSRR PPDU的功率。

$$TxPower_{PSRT} - 10 \times \log_{10} \frac{BW_{PSRT}}{20MHz} \leq PSR_{kh,20MHz} - (RPL_{<PSRR,PSRT>} - 10 \times \log_{10} \frac{BW_{<PSRR,PSRT>}}{20MHz}) \quad (\text{公式 3a})$$

在第一频带包括多个子带，而针对这些子带的 SRP 有多个值的实施例中，在利用公式 3a 计算时，对于每个 $PSR_{kh,20MHz}$ ，可以取第一频带和第二频带的重叠区域内的最小的 $PSR_{kh,20MHz}$ 。备选地，也可以针对不同的 k，使用相应的不同 SRP 的值来计算不同的 $TxPower_{PSRT}$ ，其中，
5 $k=1, \dots, BW_{<PSRR,PSRT>}/20MHz$ 。

该公式考虑了 PSRT PPDU BW 和第一空间复用设备 602 接收到的 PSRR PPDU 的范围不同的情况。比如重叠区域是 160MHz，而发送的 PSRT PPDU 是该 160MHz 范围内的某一个 80MHz。则 $BW_{<PSRR,PSRT>}$ 等于 80MHz， $RPL_{<PSRR,PSRT>}$ 是该 80MHz 内接收到的 PSRR PPDU 的功率。由此，使得 $TxPower_{PSRT}$ 可以被准确计算。

10 当 PSRT PPDU BW 大于 PSRT PPDU 和 PSRR PPDU 带宽的重叠区域的频率范围，PSRT PPDU 和 PSRR PPDU 带宽的重叠区域的频率范围就是第一空间复用设备 602 所接收到的 PSRR PPDU 频率范围，此时公式 3 等于公式 3a。

在某些实施例中，第一空间复用设备 602 和/或第二空间复用设备 604 在传输 PPDU 可能会进行前导码打孔。前导码打孔代表在 PPDU 带宽的范围内的某一个 20MHz 子带上不传输前
15 导码以及数据，或者说不传输能量。而上边的公式始终采用整个 PPDU 带宽作为归一化的参数，没有考虑前导码打孔的情况。例如，公式 1 可以等价如下公式：

$$TxPower_{PSRT} \leq PSR_{kh,20MHz} - RPL_{PSRR} + 10 \times \log_{10} \frac{BW_{PSRR}}{20MHz} + 10 \times \log_{10} \frac{BW_{PSRT}}{20MHz} \quad (\text{公式 2})$$

当存在前导码打孔时，PSRR PPDU 和/或 PSRT PPDU 的整个带宽大于有功率传输的等效带宽，会使 $TxPower_{PSRT}$ 错误地增大。假设前导码打孔的部分最多可以占据整个 PPDU 带宽的
20 50%，那么采用 PPDU 的整个带宽，而不采用有功率传输的等效带宽，会造成不等式右边比实际情况大至多 $3+3=6dB$ ，也就是会使计算出的 $TxPower_{PSRT}$ 比实际允许的大至多 6dB，其中，PPDU BW 是等效带宽的 2 倍，即， $10 \times \log_{10} 2 \approx 3dB$ 。

相应地，在第一空间复用设备 602 和/或第二空间复用设备 604 对 PSRR PPDU 和/或 PSRT PPDU 进行前导码打孔的实施例中，为了进一步提高发送功率计算的准确性，以子带带宽为
25 粒度的 PSRR PPDU 的 RPL 的确定可以基于第一频带或第二频带中未打孔的子带来确定。

在某些实施例中，PSRT PPDU 的发送功率的计算可以考虑同时考虑第一频带和第二频带的重叠和打孔情况。例如，以子带带宽为粒度的 RPL 是基于以下一项来确定的：第一空间复用设备 602 接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带中的未打孔子带的带宽，或者第一空间复用设备 602 接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的
30 第一频带中的一个或多个子带与第二频带之间的重叠子带中的未打孔子带的带宽。

备选地或附加地，在某些实施例中，PSRT PPDU 的参考发送功率可以基于以下一项来确定：第二频带中的未打孔的子带的带宽，或者第一空间复用设备 602 接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带与第二频带之间的重叠子带中的未打孔的子带的带宽。

35 下面讨论同时考虑第一频带和第二频带的重叠和打孔情况来确定 PSRT PPDU 的参考发送功率的具体示例。

在某些实施例中，公式 3 可进一步改进为：

$$TxPower_{PSRT} - 10 \times \log_{10} \frac{BW_{PSRT, non-punc}}{20MHz} \leq PSR_{kth, 20MHz} - (RPL_{PSRR, Rx} - 10 \times \log_{10} \frac{BW_{PSRR, Rx, non-punc}}{20MHz}) \quad (\text{公式 4})$$

其中 $BW_{PSRT, non-punc}$ 代表去除打孔部分剩下的等效带宽; $BW_{PSRR, Rx, non-punc}$ 代表所接收到的 PSRR PPDU 频率范围去除打孔部分剩下的等效带宽。因为在打孔的部分不发送能量, 所以 $RPL_{PSRR, Rx}$ 等于 $RPL_{PSRR, Rx, non-punc}$ 。

- 5 同前面所提到的某些实施例类似, 所接收到的 PSRR PPDU 频率范围, 也可以替换成 PSRT PPDU 和 PSRR PPDU 占用频带的重叠区域。 $BW_{<PSRR, PSRT>, non-punc}$ 为 PSRT PPDU 和 PSRR PPDU 带宽的重叠区域去除打孔部分后剩下的等效带宽。公式 3a 在考虑了打孔以后, 可以表示为:

$$TxPower_{PSRT} - 10 \times \log_{10} \frac{BW_{PSRT, non-punc}}{20MHz} \leq PSR_{kth, 20MHz} - (RPL_{<PSRR, PSRT>} - 10 \times \log_{10} \frac{BW_{<PSRR, PSRT>, non-punc}}{20MHz}) \quad (\text{公式 5})$$

- 10 同样, $RPL_{<PSRR, PSRT>}$ 和 $RPL_{<PSRR, PSRT>, non-punc}$ 相同。

因为 PSRT PPDU 是第一空间复用设备 602 即将发送的, 所以第一空间复用设备 602 知道其打孔情况, 或者预计的打孔情况。对于 PSRR PPDU 的打孔情况, 在某些实施例中, 第一空间复用设备 602 基于以下至少一项来确定第一频带中的未打孔的子带: 接收到的 PSRR PPDU 中的前导码包含的打孔指示信息, PSRR PPDU 中包含的打孔指示信息, 其中 PSRR PPDU 为非高吞吐率复制 PPDU, 或者第二空间复用设备 604 所在基本服务集合 BSS 的管理帧中包含的打孔指示信息, 管理帧包括以下至少一个帧: 信标帧、关联响应帧、探测响应帧、邻居报告帧或者缩减邻居报告帧。

对于 PSRR PPDU 的打孔情况, 在某些实施例中, 第一空间复用设备 602 可以通过信令指示明确知道。例如, 在某些实施例中, 第一空间复用设备 602 可以基于接收到的 PSRR PPDU 中的前导码包含的打孔指示信息来确定第一频带中的未打孔子带。作为示例, PSRR PPDU 为 EHT 多用户 (Multiple User, MU) PPDU, 为 OFDMA 传输, 其打孔信息位于 EHT-SIG 字段的资源单元分配子字段 (RU allocation subfield), 被打孔的 20MHz 所对应的资源单元分配子字段会指示 26, 即, 打孔的 242-子载波资源单元 (punctured 242-tone RU), 其中一个 20MHz 对应一个 242-tone RU。作为另一示例, PSRR PPDU 为 EHT MU PPDU, 并且为非 OFDMA 传输, 其打孔信息位于 U-SIG 字段中的打孔信道信息子字段。

除了 EHT MU PPDU 之外 PSRR PPDU 还可以实现为 HE PPDU, 包括 HE MU PPDU、HE SU PPDU 或 HE ERSU PPDU, 非高吞吐率复制 PPDU。

作为又一示例, PSRR PPDU 为 HE MU PPDU, 其打孔信息位于带宽 (BW) 子字段中, 当带宽子字段指示为 0、1、2、3 时, 不存在打孔, 计算时可直接采用 PPDU BW。当带宽子字段指示为 4、5 时, 整个带宽为 80MHz, 存在一个 20MHz 子带被打孔 (PPDU BW 为 80MHz, 等效带宽为 60MHz)。当带宽子字段指示为 6 时, 整个带宽为 160MHz, 主 80MHz 信道存在一个 20MHz 子带被打孔, 次 80MHz 信道存在 0~2 个打孔 20MHz 的子带, 但是具体数目不清楚。所以针对这种情况, 如果 $BW_{PSRT, non-punc}$ 或者 $BW_{<PSRR, PSRT>, non-punc}$ 为主 80MHz 信道, 则第一空间复用设备 602 可以明确知道打孔情况。另外, 当带宽子字段指示为 7 时, 整个带宽为 160MHz, 至少存在一个 20MHz 子带被打孔, 主 80MHz 信道会有 0、1 或者 2 个 20MHz 子带

被打孔, 次 80MHz 信道会有 0、1 或者 2 个 20MHz 子带被打孔。

在某些实施例中, 在 PSRR PPDU 为非高吞吐率复制 (non-HT duplicate) PPDU 时, PSRR PPDU 可以承载带宽和打孔信息, 具体地, 该信息可以位于服务字段。相应地, 第一空间复用设备 602 可以基于 PSRR PPDU 中包含的打孔指示信息来确定第一频带中的未打孔子带。

- 5 在某些其他实施例中, 第一空间复用设备 602 可以基于第二空间复用设备 604 所在 BSS 的管理帧中包含的打孔指示信息来确定第一频带中的未打孔子带。例如, 可以在信标帧、关联响应帧、探测响应帧、邻居报告帧、缩减邻居报告帧等管理帧中携带有哪些 20MHz 子带被打孔的静态打孔信息。

- 10 对于上述的这些情况, 第一空间复用设备 602 可以通过信令指示明确知道 PSRR PPDU 的打孔情况。

在某些实施例中, 也可以依靠第一空间复用设备 602 的盲检测来确定 PSRR PPDU 的打孔情况, 例如, 第一空间复用设备 602 可以检测每个 20MHz 上是否存在 PSRR PPDU 的 non-HT 前导码。

- 15 在某些实施例中, 针对前导码打孔问题, 第一空间复用设备 602 基于预定偏移量对参考发送功率进行调整, 从而简化第一空间复用设备 602 的处理, 进一步提高计算效率。在某些实施例中, 可以将预定偏移量设置为 3dB。如前所述, 当允许打孔的比例最多为 50% 时, PSRT PPDU 和 PSRR PPDU 的打孔会分别造成至多 3dB 的错误提升。因此, 在计算 $TxPower_{PSRT}$ 时, 通过直接减掉一个 3dB 或 6dB 的偏移量, 可以防止由于 PSRT PPDU 和/或 PSRR PPDU 打孔造成的错误提升。

- 20 在某些实施例中, 对于 PSRR PPDU 的打孔造成的发送功率计算偏差, 可以由第一空间复用设备 602 在计算 PSRT PPDU 的参考发送功率 (例如 $TxPower_{PSRT}$) 时基于偏移量来进行调整。作为示例, 可以由第一空间复用设备 602 在公式 1/2/3/3a 计算出的 $TxPower_{PSRT}$ 的基础上, 进一步减掉例如 3dB 的偏移量。当然, 可以由第一空间复用设备 602 在知道 PSRR PPDU 的打孔情况下采用等效带宽的方式调整, 在不知道打孔情况时, 才采用偏移量调整。在某些
25 实施例中, 第一空间复用设备 602 如果知道 PSRR 没打孔, 可以不调整。在某些实施例中, 第一空间复用设备 602 可以始终都调整。

- 在某些实施例中, 可以通过第二空间复用设备 604 在设置 UL SRP/EHT UL SRP 值时基于偏移量来调整, 以补偿由于 PSRR PPDU 的打孔造成的发送功率计算偏差。比如, 如果 PSRR PPDU 采用了前导码打孔, 则在原先设定的 PSR 值的基础上, 进一步减掉例如 3dB 的偏移量。
30 如果 PSRR PPDU 没有打孔, 则第二空间复用设备 604 可以不进一步减掉该偏移量。这种方式一方面在第一空间复用设备 602 是传统设备的情况下可以实现后向兼容。另一方面, 可以简化第一空间复用设备 602 的操作, 而无需第一空间复用设备 602 考虑偏移量的调整。当然也可以为了简单起见, 在某些实施例中, 第二空间复用设备 604 始终减掉例如 3dB 的偏移量。

- 在某些实施例中, 可以在标准规定第二空间复用设备 604 不调整, 或者说第二空间复用设备 604 是基于 802.11ax 传统设备的情况下, 由第一空间复用设备 602 来执行上述调整。否则, 由第二空间复用设备 604 来执行调整, 从而补偿由于 PSRR PPDU 的打孔造成的发送功率计算偏差。
35

对于 PSRT PPDU 打孔造成的发送功率计算偏差, 在某些实施例中, 偏移量可以通过第二空间复用设备 604 在设置 SRP 值时调整, 比如在原先设定的 PSR 值的基础上, 进一步减掉诸

如 3dB 的偏移量, 从而实现对 PSRT PPDU 打孔造成的诸如 3dB 的发送功率计算偏差的调整。

在某些实施例中, 偏移量也可以由第一空间复用设备 602 在计算 $TxPower_{PSRT}$ 时调整。需要指出, 因为第一空间复用设备 602 知道 PSRT PPDU 的打孔情况, 第一空间复用设备 602 本身可以直接通过打孔情况来解决 (采用公式 4 或 4a, 不等式左边的方案)。但是为了简化
5 计算过程, 也可以简单地在计算出的 $TxPower_{PSRT}$ (公式 1/2/3/3a) 的基础上, 进一步减掉 3dB。

在某些实施例中, 如果同时考虑 PSRT PPDU 和 PSRR PPDU 打孔的影响, 可以由第一空间复用设备 602 和第二空间复用设备 604 分别进行相应的偏移量调整。例如, 可以由第一空间复用设备 602 在计算 $TxPower_{PSRT}$ 时减掉 3dB 的偏移量, 而由第二空间复用设备 604 在设置 SRP 值时减掉 3dB 的偏移量。在某些实施例中, 也可以交给一方来承担 6dB。

10 在计算 PSRT PPDU 在第二频带上的参考发送功率时, 除了如上所述的, 通过将整个工作频带归一化到子带带宽 (例如 20MHz) 来针对整个第二频带上的参考发送功率之外, 在某些实施例中, 还可以逐个子带确定 PSRT PPDU 的参考发送功率。例如, 第一空间复用设备 602 可以基于第二空间复用设备 604 针对第一频带中的某个子带 (该子带也包含在第二频带中) 指定的 SRP 的值, 以及在该子带中的 PSRR PPDU 的 RPL, 来确定在该子带上发送 PSRT PPDU
15 的参考发送功率。

以下讨论一个具体示例。

具体地, 在该示例中, 提供了一种逐个 20MHz 子带带宽进行 PSRT PPDU 发送功率计算的方法, 采用如下公式:

$$TxPower_{PSRT, kth, 20MHz} \leq PSR_{kth, 20MHz} - RPL_{PSRR, kth, 20MHz} \quad (\text{公式 6})$$

20 其中 k 的范围位于 $BW_{<PSRR, PSRT>, non-punc}$ 中。也即, 在 PSRR PPDU 存在前导码打孔的情况下, 使用公式 6 可以针对第一频带中的未打孔子带确定 PSRT PPDU 发送功率。在本示例中, 第一空间复用设备 602 在接收 PSRR PPDU 时, 需要检测每个 20MHz 上的功率, 并且需要以 20MHz 为粒度计算 $TxPower_{PSRT, kth, 20MHz}$ 。

对于带宽不匹配的情况, 比如因为如图 9 中所示的 320MHz 信道 320-1 和 320-2 造成的
25 160MHz 上收不到 PSRR PPDU, 或者 PSRR PPDU 带宽小于 PSRT PPDU 带宽的时候, 又或者 PSRR PPDU 存在前导码打孔的情况, 没有收到 PSRR PPDU 的 20MHz 子带或者子信道上的 $TxPower_{PSRT, jth, 20MHz}$ 可以采用以下规则, 这里的 j 用来表示没有收到 PSRR PPDU 的 20MHz 的信道索引, 可以说成位于 $BW_{<PSRR, PSRT>, punc}$ 中:

30 在某些实施例中, 在没有收到 PSRR PPDU 的 20MHz 子带或子信道 (即, 打孔子带) 上, 可以没有针对基于 PSR 的空间复用的功率限制。在此实施例中, 第一空间复用设备 602 可以将打孔子带上的参考发送功率确定为小于预定义的最大发送功率。该最大发送功率可以是系统或者标准规范或法规中预定义的。因为该子带上没有 PSRR PPDU 的传输, 其触发的 HE/EHT TB PPDU 也不会在该 20MHz 子带上传输, 因此 PSRT PPDU 在相应的 20MHz 子带上也不会对第二空间复用设备 604 接收 HE/EHT TB PPDU 造成干扰。但是, 标准规范或法规
35 对发射功率的限制仍然存在。因此, 针对基于 PSR 的空间复用的功率仍然受到法规的限制。

在某些实施例中, 在没有收到 PSRR PPDU 的 20MHz 子带上, 不允许做基于 PSR 的空间复用。相应地, 第一空间复用设备 602 可以确定不允许在打孔子带上发送 PSRT PPDU。这等价于 PSRR PPDU 打孔的 20MHz 子带上, PSRT PPDU 也要打孔。因为有可能第二空间复用设备 604 发送 PSRR PPDU 打孔是因为在这些 20MHz 子带上已经有其他用户正在传输, 或者

有雷达信号，或者有现有用户（incumbent user，可以理解成一种授权用户）正在传输，所以为了安全起见，不进行基于 PSR 的空间复用。

在某些其他实施例中，第一空间复用设备 602 将打孔的子带上的参考发送功率确定为针对多个未打孔的子带确定的多个参考发送功率的平均功率。例如，可以利用通过公式 6 计算得到的最小的 $TxPower_{PSRT, kth, 20MHz}$ 或者位于 $BW_{<PSRR, PSRT>, non-punc}$ 中 $TxPower_{PSRT, kth, 20MHz}$ 的平均值来发送。该种方式可以看成是上述不限制发送功率和不允许空间复用两种方式的权衡，利用收到 PSRR PPDU 的未打孔 20MHz 子带上的 SRP 参数，来决定未收到 PSRR PPDU 的 20MHz 子带上（打孔或者带宽不匹配造成）的 $TxPower_{PSRT, jth, 20MHz}$ 。

举例而言，可以在公式 6 的基础上进一步推演，对 $BW_{<PSRR, PSRT>, non-punc}$ 内所有的 20MHz 上的参数求和，

$$\sum_{k \in BW_{<PSRR, PSRT>, non-punc}} TxPower_{PSRT, kth, 20MHz} \leq \sum_k PSR_{kth, 20MHz} - \sum_k RPL_{PSRR, kth, 20MHz} \quad (\text{公式 7})$$

其中 $\sum_k$ 表示针对所有可能的 k 进行求和； $\in$ 表示所有可能的 k 属于由 $BW_{<PSRR, PSRT>, non-punc}$ 代表的集合。

公式 7 等价于公式 8 或者公式 8a:

$$TxPower_{<PSRR, PSRT>, non-punc} \leq \sum_k PSR_{kth, 20MHz} - \sum_k RPL_{PSRR, kth, 20MHz} \quad (\text{公式 8})$$

$$TxPower_{<PSRR, PSRT>, non-punc} \leq \sum_k PSR_{kth, 20MHz} - RPL_{<PSRR, PSRT>, non-punc} \quad (\text{公式 8a})$$

第一空间复用设备 602 在发送 PSRT PPDU 时，一种方式是满足公式 8/8a 即可，不需要每个 20MHz 都满足公式 6。

若 $BW_{<PSRR, PSRT>, non-punc}$ 中存在 N 个未被打孔的 20MHz 信道，则 $BW_{<PSRR, PSRT>, non-punc}$ 中 $TxPower_{PSRT, kth, 20MHz}$ 的平均值为：

$$TxPowerMean_{<PSRR, PSRT>, non-punc} \leq \frac{\sum_k PSR_{kth, 20MHz} - \sum_k RPL_{kth, 20MHz}}{N} \quad (\text{公式 9})$$

上述一些实施例中提供了逐个 20MHz 计算 $TxPower_{PSRT, kth, 20MHz}$ 的方式，该种方式可以将 PSRT PPDU 发送功率计算的颗粒度直接归一化到子带带宽，提高了计算准确度。

上述一些实施例中描述了如何实现准确地计算发送功率。然而，本公开的实时例不限于此，也可以通过 UL SRP 字段来避免计算过程，从而简化操作，提高计算效率。例如，在某些实施例中，第一空间复用设备 602 可以基于针对打孔子带的 SRP 的值来确定在该打孔子带上 PSRT PPDU 的参考发送功率。

下面结合附图 11 描述当 PSRR PPDU 存在前导码打孔时，第二空间复用设备 604 如何设置 UL SRP 字段，以第一空间复用设备 602 或者其他空间复用设备指示在打孔的子带上如何进行空间复用传输。

图 10 示出了根据本公开的某些其他实施例的空间复用方法 1000 的流程图。方法 1000 可以由第二空间复用设备 604 来执行。

在方法 1000 中，在框 1010 处，第二空间复用设备 604 针对用于发送物理层协议数据单元（PPDU）（例如，PSRR PPDU）的第一频带中要被打孔的子带，通过以下一个操作来确定

相应的空间复用参数 (SRP) 的值: 基于预定偏移量对 SRP 的值进行调整; 将 SRP 的值设置为第一值, 以向其他空间复用设备指示禁止在 PPDU 要被打孔的子带上进行传输; 或者将 SRP 的值设置为第二值, 以向其他空间复用设备指示允许在要被打孔的子带上进行传输。

如前面所提到的, 在一些实施例中, 通过基于预定偏移量对 SRP 的值进行调整, 可以使第一空间复用设备 602 对 PSRT PPDU 的发送功率进行相应调整, 从而可以补偿由于 PSRR PPDU 打孔造成的发送功率计算偏差。

在一些实施例中, 若第二空间复用设备 604 希望第一空间复用设备 602 在没有收到 PSRR PPDU 的 20MHz 子带或子信道上, 不做基于 PSR 的空间复用, 则可以将该 20MHz 子信道所对应的 UL SRP 字段和/或 EHT UL SRP 字段的 UL SRP 值设置为特定值, 例如 0 或者 15 (参考下面表 1)。

在一些实施例中, 如果 PSRR PPDU 存在前导码打孔时, 为了简化实现, 可以将所有的 UL SRP 字段和/或 EHT UL SRP 字段的 UL SRP 值设置为诸如 0 或者 15 的特定值。例如, 当将所有的 UL SRP 字段和/或 EHT UL SRP 字段的 UL SRP 值设置为 0 或者 5 时, 可以向其他空间复用设备 (例如, 第一空间复用设备 602) 指示禁止在 PPDU 要被打孔的子带上进行传输。

这样第一空间复用设备 602 就不需要针对 PSRR PPDU 的前导码打孔进行功率纠正, 因此无需采用前面一些实施例中的功率计算/调整方法。

下面的表 1 示出了 UL SRP 值的示例设置。

表 1 UL SRP/EHT UL SRP 字段含义

UL SRP 值	含义
0	SRP_DISALLOW SRP 空间复用被禁止
1	PSR=-80dBm
2	PSR=-74dBm
3	PSR=-68dBm
4	PSR=-62dBm
5	PSR=-56dBm
6	PSR=-50dBm
7	PSR=-47dBm
8	PSR=-44dBm
9	PSR=-41dBm

10	PSR=-38dBm
11	PSR=-35dBm
12	PSR=-32dBm
13	PSR=-29dBm
14	PSR ≥ -26dBm
15	SRP_AND_NON-SRG_OBSS-PD_PROHIBITED SRP 同非 SR 组 (Group) 的重叠基本服务集合 (Overlapping Basic Service Set, OBSS) - 数据包识别 (Packet Detection) 空间复用被禁止

在某些实施例中，若第二空间复用设备 604 对第一空间复用设备 602 在没有收到 PSRR PPDU 的 20MHz 子带上做基于 PSR 的空间复用不做限制，则可以将 UL SRP 值设置为除 0 或者 15 之外的其他值，比如可以设置为 PSR 的值为 14，如表 1 所示，其表示允许最大的 PSR 值。

在框 1020 处，第二空间复用设备 604 在第一频带中的未打孔的子带上发送经打孔的 PPDU，PPDU 中承载的触发帧中包含所确定的 SRP 的值。

本公开的实施例还提供了用于实现上述方法或过程的相应装置。

图 11 示出了根据本公开的某些实施例的装置的示意图。

如图 11 所示，装置 1100 包括接收模块 1105 和第一确定模块 1110。接收模块 1105 被配置为通过第一空间复用设备 602 接收由第二空间复用设备 604 在第一频带上发送的 PSRR PPDU 的部分或全部，第一频带包括一个或多个带宽相同的子带。第一确定模块 1110 被配置为基于以该带宽为粒度的空间复用参数 (SRP) 的值，以及以该带宽为粒度的 PSRR PPDU 的接收功率水平 (RPL)，通过第一空间复用设备 602 确定在第二频带上发送 PSRT PPDU 的参考发送功率。以该带宽为粒度的 PSRR PPDU 的 RPL 基于以下中的一项或多项来确定：接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带；或者第一频带或第二频带中未打孔的子带。

在某些实施例中，参考发送功率是针对整个第二频带确定的。

在某些实施例中，以该带宽为粒度的 RPL 是基于接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带与第二频带之间的重叠子带而确定的。

在某些实施例中，以该带宽为粒度的 RPL 是基于以下一项来确定的：接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带中的未打孔的子带的带宽，或者接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带与第二频带之间的重叠子带中的未打孔的子带的带宽。

在某些实施例中，参考发送功率是基于以下一项来确定的：第二频带中的未打孔的子带的带宽，或者接收到的 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的第一频带中的一个或多个子带与第二频带之间的重叠子带中的未打孔的子带的带宽。

在某些实施例中,装置 1100 还包括第二确定模块。第二确定模块被配置为基于以下至少一项来确定第一频带中的未打孔的子带:接收到的 PSRR PPDU 中的前导码包含的打孔指示信息; PSRR PPDU 中包含的打孔指示信息,其中 PSRR PPDU 为非高吞吐率复制 PPDU;或者第二空间复用设备 604 所在基本服务集合 BSS 的管理帧中包含的打孔指示信息。管理帧包括以下至少一个帧:信标帧、关联响应帧、探测响应帧、邻居报告帧或者缩减邻居报告帧。

在某些实施例中,装置 1100 还包括第三确定模块,被配置为通过第一空间复用设备 602 确定对 PSRT PPDU 进行打孔。装置 1100 还包括调整模块,被配置为通过第一空间复用设备 602 基于预定偏移量对参考发送功率进行调整。

在某些实施例中,以带宽为粒度的 SRP 的值由第二空间复用设备 604 针对经过打孔的 PSRR PPDU 而基于预定偏移量进行了调整。

在某些实施例中,第一频带包括多个子带。以该带宽为粒度的 SRP 的值是针对该多个子带的 SRP 的多个值中的最小值。

在某些实施例中,第一确定模块 1110 被配置为基于针对第一频带中的一个子带的 SRP 的值,以及在子带中的 PSRR PPDU 的 RPL,通过第一空间复用设备 602 确定在该子带上发送 PSRT PPDU 的参考发送功率。第一频带中的该子带被包含在第二频带中。

在某些实施例中,第一确定模块 1110 被配置为针对第二频带与第一频带之间的重叠子带中的打孔的子带,通过第一空间复用设备 602 确定不允许在打孔的子带上发送 PSRT PPDU;或者通过第一空间复用设备 602 将打孔的子带上的参考发送功率确定为小于预定义的最大发送功率。

在某些实施例中,第一确定模块 1110 被配置为针对第二频带与第一频带之间的重叠子带中的打孔的子带,通过第一空间复用设备 602 基于针对第二频带与第一频带之间的重叠子带中的一个或多个未打孔的子带确定的一个或多个参考发送功率,来确定打孔的子带上的参考发送功率。

在某些实施例中,第一确定模块 1110 被配置为针对第二频带与第一频带之间的重叠子带中的打孔子带,通过第一空间复用设备 602 基于针对第二频带与第一频带之间的重叠子带中的一个或多个未打孔的子带确定的一个或多个参考发送功率,来确定打孔的子带上的参考发送功率。

在某些实施例中,第一确定模块 1110 被配置为通过第一空间复用设备 602 将打孔的子带上的参考发送功率确定为针对多个未打孔的子带确定的多个参考发送功率中的最小参考发送功率或者多个参考发送功率的平均功率。

在某些实施例中,第一确定模块 1110 被配置为针对第二频带与第一频带之间的重叠子带中的打孔的子带,通过第一空间复用设备 602 基于针对打孔的子带的 SRP 的值来确定打孔的子带上的参考发送功率。

图 12 示出了根据本公开的某些其他实施例的装置的示意图。

如图 12 所示,装置 1200 包括第四确定模块 1205 和发送模块 1210。第四确定模块 1205 被配置为针对用于发送物理层协议数据单元 (PPDU) 的包括多个带宽相同的子带的第一频带中要被打孔的子带,通过以下一个操作来确定相应的空间复用参数 SRP 的值:基于预定偏移量对 SRP 的值进行调整;将 SRP 的值设置为第一值,以向其他空间复用设备指示禁止在 PPDU 要被打孔的子带上进行传输;或者将 SRP 的值设置为第二值,以向其他空间复用设备指示允

许在要被打孔的子带上进行传输。发送模块 1210 被配置为在第一频带中的未打孔的子带上发送经打孔的 PPDU, PPDU 中承载的触发帧中包含所确定的 SRP 的值。

应理解, 上文结合图 6 至图 10 描述的空间复用方法同样适用于装置 1100 和 1200。并且具有同样的效果, 具体细节不再赘述。当前已知以及将来开发的任何适当空间复用技术技术都可以在此使用, 本公开的范围在此方面不受限制。

装置 1100 和 1200 中所包括的模块可以利用各种方式来实现, 包括软件、硬件、固件或其任意组合。在一些实施例中, 一个或多个模块可以使用软件和/或固件来实现, 例如存储在存储介质上的机器可执行指令。除了机器可执行指令之外或者作为替代, 装置 1100 和 1200 中的部分或者全部模块可以至少部分地由一个或多个硬件逻辑组件来实现。作为示例而非限制, 可以使用的示范类型的硬件逻辑组件包括现场可编程门阵列 (FPGA)、专用集成电路 (ASIC)、专用标准品 (ASSP)、片上系统 (SOC)、复杂可编程逻辑器件 (CPLD), 等等。

图 13 示出了其中可以实施本公开的某些实施例的设备 1300 的框图。设备 1300 能够用来实现图 8 和图 10 中的方法流程。

如图 13 所示, 设备 1300 包括处理器 1310, 处理器 1310 控制设备 1300 的操作和功能。例如, 在某些示例实施例中, 处理器 1310 可以借助于与其耦合的存储器 1320 中所存储的指令 1330 来执行各种操作。存储器 1320 可以是适用于本地技术环境的任何合适的类型, 并且可以利用任何合适的数据存储技术来实现, 包括但不限于基于半导体的存储器件、磁存储器件和系统、光存储器件和系统。尽管图 13 中仅仅示出了一个存储器单元, 但是在设备 1300 中可以有多物理不同的存储器单元。

处理器 1310 可以是适用于本地技术环境的任何合适的类型, 并且可以包括但不限于通用计算机、专用计算机、微控制器、数字信号控制器 (DSP) 以及基于控制器的多核控制器架构中的一个或多个。设备 1300 也可以包括多个处理器 1310。处理器 1310 与通信单元 1340 耦合。通信单元 1340 可以通过无线电信号或者借助于光纤、电缆和/或其他部件来实现信息的接收和发送。

上文参考图 6 到图 12 所描述的所有特征均适用于设备 1300, 在此不再赘述。

本公开的实施例, 针对带宽不匹配、前导码打孔造成的 PSRT PPDU 发送功率计算过大, 对空间复用设备的接收造成干扰的问题进行了解决纠正, 减少了对空间复用设备的接收造成的干扰, 提升了系统效率。

一般而言, 本公开的各种示例实施例可以在硬件或专用电路、软件、逻辑, 或其任何组合中实施。某些方面可以在硬件中实施, 而其他方面可以在可以由控制器、微处理器或其他计算设备执行的固件或软件中实施。当本公开的示例实施例的各方面被图示或描述为框图、流程图或使用某些其他图形表示时, 将理解此处描述的方框、装置、系统、技术或方法可以作为非限制性的示例在硬件、软件、固件、专用电路或逻辑、通用硬件或控制器或其他计算设备, 或其某些组合中实施。

作为示例, 本公开的示例实施例可以在机器或计算机可执行指令的上下文中被描述, 机器可执行指令诸如包括在目标的真实或者虚拟处理器上的器件中执行的程序模块中。一般而言, 程序模块包括例程、程序、库、对象、类、组件、数据结构等, 其执行特定的任务或者实现特定的抽象数据结构。在各示例实施例中, 程序模块的功能可以在所描述的程序模块之间合并或者分割。用于程序模块的机器可执行指令可以在本地或者分布式设备内执行。在分

布式设备中，程序模块可以位于本地和远程存储介质二者中。

用于实现本公开的方法的计算机程序代码可以用一种或多种编程语言编写。这些计算机程序代码可以提供给通用计算机、专用计算机或其他可编程的数据处理装置的处理器，使得程序代码在被计算机或其他可编程的数据处理装置执行的时候，引起在流程图和/或框图中规定的功能/操作被实施。程序代码可以完全在计算机上、部分在计算机上、作为独立的软件包、
5 部分在计算机上且部分在远程计算机上或完全在远程计算机或服务器上执行。

在本公开的上下文中，机器可读介质或计算机可读介质可以是包含或存储用于或有关于指令执行系统、装置或设备的程序的任何有形介质。机器可读介质可以是机器可读信号介质或机器可读存储介质。机器可读介质可以包括但不限于电子的、磁的、光学的、电磁的、红
10 外的或半导体系统、装置或设备，或其任意合适的组合。机器可读存储介质的更详细示例包括带有一根或多根导线的电气连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机存储存取器（RAM）、只读存储器（ROM）、可擦除可编程只读存储器（EPROM 或闪存）、光存储设备、磁存储设备，或其任意合适的组合。

另外，尽管操作以特定顺序被描绘，但这并不应该理解为要求此类操作以示出的特定顺序或以相继顺序完成，或者执行所有图示的操作以获取期望结果。在某些情况下，多任务或
15 并行处理会是有益的。同样地，尽管上述讨论包含了某些特定的实施细节，但这并不应解释为限制任何发明或权利要求的范围，而应解释为对可以针对特定发明的特定示例实施例的描述。本说明书中在分开的示例实施例的上下文中描述的某些特征也可以整合实施在单个示例实施例中。反之，在单个示例实施例的上下文中描述的各种特征也可以分离地在多个示例实
20 施例或在任意合适的子组合中实施。

尽管已经以特定于结构特征和/或方法动作的语言描述了主题，但是应当理解，所附权利要求中限定的主题并不限于上文描述的特定特征或动作。相反，上文描述的特定特征和动作是作为实现权利要求的示例形式而被公开的。

权利要求书

1. 一种空间复用方法, 包括:

5 第一空间复用设备接收由第二空间复用设备在第一频带上发送的 PSRR PPDU 的部分或全部, 所述第一频带包括一个或多个带宽相同的子带;

基于以所述带宽为粒度的空间复用参数 SRP 的值, 以及以所述带宽为粒度的所述 PSRR PPDU 的接收功率水平 RPL, 所述第一空间复用设备确定在第二频带上发送 PSRT PPDU 的参考发送功率,

10 其中, 所述第二频带包括一个或多个具有所述带宽的子带, 并且所述第二频带与所述第一频带至少部分重叠,

其中, 以所述带宽为粒度的所述 PSRR PPDU 的所述 RPL 基于以下中的一项或多项来确定:

所述第一空间复用设备接收到的所述 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的所述第一频带中的一个或多个子带; 或者

15 第一频带或第二频带中未打孔的子带。

2、根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述参考发送功率是针对整个所述第二频带确定的。

3、根据权利要求 2 所述的方法, 其中以所述带宽为粒度的所述 RPL 是基于所述第一空间复用设备接收到的所述 PSRR PPDU 的所述部分或全部所占用的所述第一频带中的所述一个或多个子带与所述第二频带之间的重叠子带而确定的。

20 4、根据权利要求 2 所述的方法, 其中以所述带宽为粒度的所述 RPL 是基于以下一项来确定的:

所述第一空间复用设备接收到的所述 PSRR PPDU 的所述部分或全部所占用的所述第一频带中的所述一个或多个子带中的未打孔的子带的带宽, 或者

25 所述第一空间复用设备接收到的所述 PSRR PPDU 的所述部分或全部所占用的所述第一频带中的所述一个或多个子带与所述第二频带之间的重叠子带中的未打孔的子带的带宽。

5、根据权利要求 2 所述的方法, 其中所述参考发送功率是基于以下一项来确定的:

所述第二频带中的所述未打孔的子带的带宽, 或者

所述第一空间复用设备接收到的所述 PSRR PPDU 的所述部分或全部所占用的所述第一频带中的所述一个或多个子带与所述第二频带之间的重叠子带中的未打孔的子带的带宽。

30 6、根据权利要求 1 所述的方法, 还包括:

所述第一空间复用设备基于以下至少一项来确定所述第一频带中的所述未打孔的子带:

接收到的所述 PSRR PPDU 中的前导码包含的打孔指示信息;

所述 PSRR PPDU 中包含的打孔指示信息, 其中所述 PSRR PPDU 为非高吞吐率复制 PPDU; 或者

35 所述第二空间复用设备所在基本服务集合 BSS 的管理帧中包含的打孔指示信息, 所述管理帧包括以下至少一个帧: 信标帧、关联响应帧、探测响应帧、邻居报告帧或者缩减邻居报告帧。

7、根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述第一空间复用设备确定对所述 PSRT PPDU 进行打孔, 并且所述方法还包括:

40 所述第一空间复用设备基于预定偏移量对所述参考发送功率进行调整。

8、根据权利要求1所述的方法，其中以所述带宽为粒度的所述SRP的所述值由所述第二空间复用设备针对经过打孔的所述PSRR PPDU而基于预定偏移量进行了调整。

9、根据权利要求1所述的方法，其中所述第一频带包括多个子带，并且以所述带宽为粒度的所述SRP的所述值是针对所述多个子带的所述SRP的多个值中的最小值。

5 10、根据权利要求1所述的方法，其中确定在所述第二频带上发送PSRT PPDU的参考发送功率包括：

基于针对所述第一频带中的一个子带的所述SRP的所述值，以及在所述子带中的所述PSRR PPDU的所述RPL，所述第一空间复用设备确定在所述子带上发送所述PSRT PPDU的所述参考发送功率，所述第一频带中的所述子带被包含在所述第二频带中。

10 11、根据权利要求10所述的方法，还包括：

针对所述第二频带与所述第一频带之间的重叠子带中的打孔的子带，所述第一空间复用设备确定不允许在所述打孔的子带上发送所述PSRT PPDU；或者

所述第一空间复用设备将所述打孔的子带上的参考发送功率确定为小于预定义的最大发送功率。

15 12、根据权利要求10所述的方法，还包括：

针对所述第二频带与所述第一频带之间的重叠子带中的打孔的子带，所述第一空间复用设备基于针对所述第二频带与所述第一频带之间的重叠子带中的一个或多个未打孔的子带确定的一个或多个参考发送功率，来确定所述打孔的子带上的参考发送功率。

13、根据权利要求12所述的方法，其中确定所述打孔的子带上的所述参考发送功率包括：

20 所述第一空间复用设备将所述打孔的子带上的所述参考发送功率确定为针对所述多个未打孔的子带确定的所述多个参考发送功率中的最小参考发送功率或者所述多个参考发送功率的平均功率。

14、根据权利要求10所述的方法，还包括：

25 针对所述第二频带与所述第一频带之间的重叠子带中的打孔的子带，所述第一空间复用设备基于针对所述打孔的子带的所述SRP的值来确定所述打孔的子带上的参考发送功率。

15、一种空间复用方法，包括：

针对用于发送物理层协议数据单元PPDU的包括多个带宽相同的子带的第一频带中要被打孔的子带，第二空间复用设备通过以下一个操作来确定相应的空间复用参数SRP的值：

基于预定偏移量对所述SRP的所述值进行调整；

30 将所述SRP的所述值设置为第一值，以向其他空间复用设备指示禁止在所述PPDU要被打孔的所述子带上进行传输；或者

将所述SRP的所述值设置为第二值，以向所述其他空间复用设备指示允许在所述要被打孔的所述子带上进行传输；以及

35 所述第二空间复用设备在所述第一频带中的未打孔的子带上发送经打孔的所述PPDU，所述PPDU中承载的触发帧中包含所确定的SRP的值。

16、一种通信装置，包括：

接收模块，被配置为通过第一空间复用设备接收由第二空间复用设备在第一频带上发送的PSRR PPDU的部分或全部，所述第一频带包括一个或多个带宽相同的子带；以及

第一确定模块，被配置为基于以所述带宽为粒度的空间复用参数SRP的值，以及以所述

带宽为粒度的所述 PSRR PPDU 的接收功率水平 RPL，通过所述第一空间复用设备确定在第二频带上发送 PSRT PPDU 的参考发送功率，

其中，所述第二频带包括一个或多个具有所述带宽的子带，并且所述第二频带与所述第一频带至少部分重叠，

- 5 其中，以所述带宽为粒度的所述 PSRR PPDU 的所述 RPL 基于以下中的一项或多项来确定：

接收到的所述 PSRR PPDU 的部分或全部所占用的所述第一频带中的一个或多个子带；或者

第一频带或第二频带中未打孔的子带。

- 10 17、根据权利要求 16 所述的通信装置，其中所述参考发送功率是针对整个所述第二频带确定的。

18、根据权利要求 17 所述的通信装置，其中以所述带宽为粒度的所述 RPL 是基于接收到的所述 PSRR PPDU 的所述部分或全部所占用的所述第一频带中的所述一个或多个子带与所述第二频带之间的重叠子带而确定的。

- 15 19、根据权利要求 17 所述的通信装置，其中以所述带宽为粒度的所述 RPL 是基于以下一项来确定的：

接收到的所述 PSRR PPDU 的所述部分或全部所占用的所述第一频带中的所述一个或多个子带中的未打孔的子带的带宽，或者

- 20 接收到的所述 PSRR PPDU 的所述部分或全部所占用的所述第一频带中的所述一个或多个子带与所述第二频带之间的重叠子带中的未打孔的子带的带宽。

20、根据权利要求 17 所述的通信装置，其中所述参考发送功率是基于以下一项来确定的：所述第二频带中的所述未打孔的子带的带宽，或者

接收到的所述 PSRR PPDU 的所述部分或全部所占用的所述第一频带中的所述一个或多个子带与所述第二频带之间的重叠子带中的未打孔的子带的带宽。

- 25 21、根据权利要求 16 所述的通信装置，还包括：

第二确定模块，被配置为基于以下至少一项来通过所述第一空间复用设备确定所述第一频带中的所述未打孔的子带：

接收到的所述 PSRR PPDU 中的前导码包含的打孔指示信息；

- 30 所述 PSRR PPDU 中包含的打孔指示信息，其中所述 PSRR PPDU 为非高吞吐率复制 PPDU；或者

所述第二空间复用设备所在基本服务集合 BSS 的管理帧中包含的打孔指示信息，所述管理帧包括以下至少一个帧：信标帧、关联响应帧、探测响应帧、邻居报告帧或者缩减邻居报告帧。

22、根据权利要求 16 所述的通信装置，还包括：

- 35 第三确定模块，被配置为通过所述第一空间复用设备确定对所述 PSRT PPDU 进行打孔；以及

调整模块，被配置为通过所述第一空间复用设备基于预定偏移量对所述参考发送功率进行调整。

23、根据权利要求 16 所述的通信装置，其中以所述带宽为粒度的所述 SRP 的值由所述

第二空间复用设备针对经过打孔的所述 PSRR PPDU 而基于预定偏移量进行了调整。

24、根据权利要求 16 所述的通信装置，其中所述第一频带包括多个子带，并且以所述带宽为粒度的 SRP 的值是针对所述多个子带的所述 SRP 的多个值中的最小值。

25、根据权利要求 16 所述的通信装置，其中所述第一确定模块被配置为：

- 5 基于针对所述第一频带中的一个子带的所述 SRP 的值，以及在所述子带中的所述 PSRR PPDU 的所述 RPL，通过所述第一空间复用设备确定在所述子带上发送所述 PSRT PPDU 的所述参考发送功率，所述第一频带中的所述子带被包含在第二频带中。

26、根据权利要求 25 所述的通信装置，其中所述第一确定模块被配置为：

- 10 针对所述第二频带与所述第一频带之间的重叠子带中的打孔的子带，通过所述第一空间复用设备确定不允许在所述打孔的子带上发送所述 PSRT PPDU；或者

通过所述第一空间复用设备将所述打孔的子带上的参考发送功率确定为小于预定义的最大发送功率。

27、根据权利要求 25 所述的通信装置，其中所述第一确定模块被配置为：

- 15 针对所述第二频带与所述第一频带之间的重叠子带中的打孔的子带，通过所述第一空间复用设备基于针对所述第二频带与所述第一频带之间的重叠子带中的一个或多个未打孔的子带确定的一个或多个参考发送功率，来确定所述打孔的子带上的参考发送功率。

28、根据权利要求 27 所述的通信装置，其中所述第一确定模块被配置为：

- 20 通过所述第一空间复用设备将所述打孔的子带上的所述参考发送功率确定为针对所述多个未打孔的子带确定的所述多个参考发送功率中的最小参考发送功率或者所述多个参考发送功率的平均功率。

29、根据权利要求 25 所述的通信装置，其中所述第一确定模块被配置为：

针对所述第二频带与所述第一频带之间的重叠子带中的打孔的子带，通过所述第一空间复用设备基于针对所述打孔的子带的所述 SRP 的值来确定所述打孔的子带上的参考发送功率。

30、一种通信装置，包括：

- 25 第四确定模块，被配置为针对用于发送物理层协议数据单元 PPDU 的包括多个带宽相同的子带的第一频带中要被打孔的子带，通过以下一个操作来确定相应的空间复用参数 SRP 的值：

基于预定偏移量对 SRP 的值进行调整；

- 30 将 SRP 的值设置为第一值，以向其他空间复用设备指示禁止在 PPDU 要被打孔的子带上进行传输；或者

将 SRP 的值设置为第二值，以向其他空间复用设备指示允许在要被打孔的子带上进行传输；

发送模块，被配置为在第一频带中的未打孔的子带上发送经打孔的 PPDU，PPDU 中承载的触发帧中包含所确定的 SRP 的值。

- 35 31、一种通信设备，包括：

处理器；处理器与存储器耦合，存储器存储指令，其中指令在被处理器执行时使根据权利要求 1 到 14 或者权利要求 15 所述的方法被执行。

32、一种计算机可读存储介质，其上存储有程序，至少部分程序在由设备中的处理器执行时，使设备执行根据权利要求 1 到 14 或者权利要求 15 所述的方法。