

一种通信方法、装置及系统

5 本申请要求于2022年04月08日提交国家知识产权局、申请号为202210366508.8、申请名称为“一种通信方法、装置及系统”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

 本申请实施例涉及通信技术领域，尤其涉及一种通信方法、装置及系统。

10 背景技术

 无线局域网（wireless local area network，WLAN）的发展使得无线通信越来越受欢迎。国际电工电子工程学会(IEEE)为WLAN制定的标准（即802.11协议组）也随之不断演进，例如，针对低频段的协议标准包括802.11a/g、802.11n、802.11ac、802.11ax以及802.11be，支持的频段包括2.4G/5G/6G中的一种或多种；针对高频段的协议标准
15 包括802.11aj/ay，支持的频段包括45G/60G中的一种或多种。

 上述不同协议对应的物理层协议数据单元（PHY protocol data unit，PPDU）的帧结构不同，尤其是低频段的协议对应的PPDU的帧结构与高频段的协议对应的PPDU的帧结构差异较大，如此，对低频信号的处理方法与对高频信号的处理方法也不同，这样一来，对应用于处理信号的硬件（例如基带芯片的专用电路实现）也差别较大。

20 基于此，针对高频信号和低频信号可以分别设计基带芯片，但成本较高；设计既可以用于处理低频信号也可以用于处理高频信号的融合基带芯片，复杂度较高。

发明内容

 本申请实施例提供一种通信方法、装置及系统，能够使得高频信号与低频信号的处理过程类似，从而降低设计兼容高低频的基带芯片的复杂度。

25 为达到上述目的，本申请实施例采用如下技术方案：

 第一方面，本申请实施例提供一种通信方法，应用于发送端设备，该方法包括：获取第一载波间隔，该第一载波间隔是第一低频信道对应的第二载波间隔的N倍， $N>1$ ；并且基于该第一载波间隔对待发送的高频物理层信号进行调制，生成第一PPDU；以及通过第一高频信道向接收端设备发送第一PPDU。

30 本申请实施例提供的通信方法中，对于高频信道，在信号发送的过程中，将其对应的载波间隔设置为低频信道对应的载波间隔的N倍（ $N>1$ ），即高频物理层信号通过低频物理层信号的载波间隔扩大得到，如此，使得高频物理层信号的发送方式与低频物理层信号的发送方式更为接近。这将使得高频信号与低频信号的数字信号处理过程接近一致，这对于既支持高频段又支持低频段的下一代WLAN协议，在芯片设计与
35 实现上非常友好。

 可以理解的，信号调制是发送端设备对信号源的信息进行处理，使其变为适合传输的信号形式的过程。对待发送的信息比特（例如高频物理层信号）进行调制包括：在频域内，对待发送的信息比特进行信道编码和数字调制、插入导频、串并转换、IDFT、插入循环前缀和加窗、并串转换从而得到调制后的数字信号，在此之后通过数模转换

器将数字信号转换为模拟信号（经数模转换器转换后的信号即为本申请实施例中的第一 PPDU），其中，数模转换器的参数之一是样点速率或第一载波间隔。

一种可能的实现方式中，基于第一载波间隔对待发送的高频物理层信号进行调制具体包括：基于第一载波间隔对高频物理层信号进行调制的过程中，对于数据部分的
5 处理，对高频物理层信号不做 IDFT；并且对于第一 PPDU 的 LTF，LTF 的信号中直流子载波和保护子载波承载的信号值为非 0 值。

发送端设备在频域对数据进行调制，然后通过 IDFT 处理，如此，生成的 PPDU 由多个独立的经过调制的子载波信号叠加而成，当各个子载波相位相同或者相近时，叠加信号便会受到相同初始相位信号的调制，从而产生较大的瞬时功率峰值，由此带
10 来较大的 PAPR。可见 OFDM 系统的缺点是 PAPR 较高，较高的 PAPR 将会导致信号非线性失真，造成明显的频谱扩展干扰以及带内信号畸变，降低系统性能。

本申请实施例中，发送端设备对数据部分不做 IDFT 处理，如此，即在时域中对数据
15 数据进行调制，这样不存在子载波的叠加，信号的 PAPR 较低。然而，当发送端设备在时域中对数据进行调制时，接收端设备需对直流子载波和保护子载波进行信道估计和均衡，因此，在本申请实施例中，在对数据部分不执行 IDFT 处理的基础上，还将 LTF 的信号中直流子载波和保护子载波承载的信号值设置为非 0 值，例如修改为-1 或 1，使得接收端设备可以顺利对直流子载波和保护子载波进行信道估计和均衡。通过上述改进，可以实现将 OFDM 技术的高频物理层信号发送和接收修改为基于单载波模式
20 进行高频物理层信号的发送和接收，能够降低 PAPR，且对发送端和接收端的改动非常小，有益于芯片实现。应理解，单载波模式中，信号调制是在时域中进行调制的，并且在接收端需对直流子载波和保护子载波进行信道估计和均衡。

第二方面，本申请实施例提供一种通信方法，应用于接收端设备，该方法包括：
25 获取第一载波间隔，第一载波间隔是第一低频信道对应的第二载波间隔的 N 倍， $N>1$ ；并且通过第一高频信道从发送端设备接收第一 PPDU，该第一 PPDU 为高频物理层信号；以及基于第一载波间隔对第一 PPDU 进行解调。

参考对于第一方面所述的技术方案的技术效果的描述，对于高频信道，在信号发送的过程中，将其对应的载波间隔设置为低频信道对应的载波间隔的 N 倍（ $N>1$ ），即高频物理层信号通过低频物理层信号的载波间隔扩大得到，如此，使得高频物理层
30 信号的发送方式与低频物理层信号的发送方式更为接近，相应的，高频物理层信号的接收方式与低频物理层信号的接收方式更为接近，这将使得高频信号与低频信号的数字信号处理过程接近一致，那么对于既支持高频段又支持低频段的下一代 WLAN 协议，在芯片设计与实现上非常友好。

可以理解的，信号解调是将信号源的信息从接收信号中提取出来的过程。信号解调过程包括模数转换、串并转换、去除循环前缀、DFT、残余频偏和相噪处理（即导
35 频信号处理）、信道均衡、并串转换、数字解调和信道译码。其中，接收端设备接收到信号（模拟信号）之后，通过模数转换器将模拟信号转换为数字信号，与发送端设备类似，模数转换器的参数之一是样点速率或第一载波间隔。

一种可能的实现方式中，在发送端设备对信号调制的过程中，对于数据部分的处理，对高频物理层信号未做离散傅里叶逆变换 IDFT，并且对于第一 PPDU 的 LTF，该

LTF 的信号中直流子载波和保护子载波承载的信号值为非 0 值。

一种可能的实现方式中，基于第一载波间隔对第一 PPDU 进行解调具体包括：基于第一载波间隔将第一 PPDU 从模拟信号转为数字信号；并且将第一 PPDU 中数据域的信号从时域信号转换为频域信号；以及对第一 PPDU 中数据域的信号进行均衡处理；
5 再将均衡处理后的第一 PPDU 中数据域的信号从频域信号转换为时域信号；进而对第一 PPDU 中数据域的导频信号进行处理。

对于接收端设备，原本在 DFT 处理之后，在信道均衡之前还包括对导频信号的处理（导频信号的处理包括进行残余频偏和相位噪声的处理），当发送端设备中移除 IDFT 处理时，接收端设备在信道均衡之后进行 IDFT 处理，得到时域信号，之后，接收端
10 设备再对导频信号进行处理。

第三方面，本申请实施例提供一种发送端设备，包括获取模块、调制模块以及发送模块。其中，获取模块用于获取第一载波间隔，该第一载波间隔是第一低频信道对应的第二载波间隔的 N 倍， $N>1$ ；调制模块用于基于第一载波间隔对待发送的高频物理层信号进行调制，生成第一 PPDU；发送模块用于通过第一高频信道向接收端设备
15 发送第一 PPDU。

一种可能的实现方式中，本申请实施例提供的发送端设备还包括控制模块；该控制模块用于控制上述调制模块在基于第一载波间隔对高频物理层信号进行调制的过程中，对高频物理层信号不做 IDFT；对于第一 PPDU 的 LTF，LTF 的信号中直流子载波和保护子载波承载的信号值为非 0 值。

第四方面，本申请实施例提供接收端设备，包括获取模块、接收模块以及解调模块。其中，获取模块用于获取第一载波间隔，第一载波间隔是第一低频信道对应的第二载波间隔的 N 倍， $N>1$ ；接收模块用于通过第一高频信道从发送端设备接收第一 PPDU，第一 PPDU 为高频物理层信号；解调模块用于基于第一载波间隔对第一 PPDU 进行解调。

一种可能的实现方式中，解调模块具体用于基于第一载波间隔将第一 PPDU 从模拟信号转为数字信号；并且将第一 PPDU 中数据域的信号从时域信号转换为频域信号；以及对第一 PPDU 中数据域的信号进行均衡处理；再将均衡处理后的第一 PPDU 中数据域的信号从频域信号转换为时域信号；进而对第一 PPDU 中数据域的导频信号进行处理。

对上述第一方面至第四方面，一种可能的实现方式中，第一载波间隔的取值范围包括下述任一种： $[3.55M, 4.03M]$ 、 $[7.11M, 8.05M]$ 、 $[3.46M, 3.92M]$ 、 $[6.92M, 7.85M]$ 、 $[3.31M, 3.75M]$ 、 $[6.61M, 7.5M]$ 、 $[3.23M, 3.67M]$ 、 $[3.313M, 3.755M]$ 、 $[7.19M, 7.98M]$ 、 $[7.36M, 8.18M]$ 、 $[3.6M, 4M]$ 、 $[7.79M, 8.59M]$ 、或 $[3.85M, 4.25M]$ ， M 表示兆，是第一载波间隔的单位。

本申请实施例中，上述第一载波间隔的范围分别是高频信道的信道带宽为 270M、540M、1080M、2160M、4320M、8640M 时，高频信道的信道带宽中，高频有效带宽的占比的范围可以为 0.75-0.85 的情况下，拉大不同的低频信道的载波间隔得到的第一载波间隔的取值范围。可以理解的，有效带宽、有效子载波的数量以及子载波间隔满足：有效带宽=子载波数量×子载波间隔。

高频信道对应的有效子载波的数量与低频信道对应的有效子载波的数量相同时，则高频信道上发送的信号与低频信道上发送的信号的处理方式类似。如此，为了使得高频信号与低频信号的处理方式相同，将第一低频信道对应的有效子载波的数量作为第一高频信道的有效子载波的数量，从而基于上述的有效带宽、有效子载波的数量以及子载波间隔之间的关系的公式，计算第一载波间隔，该第一载波间隔为高频有效带宽与第一低频信道对应的有效子载波的数量比值。

对上述第一方面至第四方面，一种可能的实现方式中，第一载波间隔的取值包括下述任一种：3.75M、7.8125M、3.5156M、7.03125M、7.93M、3.91M、8.2M 或 4.05M。第一载波间隔的取值是高频信号的样点速率是低频信号的最小样点速率的 M (M 为大于 1 的正整数倍的情况下的取值，对于本申请实施例中提供的各个低频的 WLAN 协议，最小样点速率均为 20M。

本申请实施例中，当高频信号的样点速率是低频信号的最小样点速率的整数倍 (M 倍)，高频信号对应的采样时钟频率（样点速率即为采样时钟频率）与低频信号的采样时钟频率可以基于同一硬件（晶振结合锁相环）实现，这样就可以使得设计兼容高低频的基带芯片的复杂度降低。

对上述第一方面至第四方面，一种可能的实现方式中，LTF 的信号中，索引为 -32、-31、-30、-29、0、29、30、31 的信号值依次为 -1、1、1、1、-1、-1、1、1；或者 LTF 的信号中，索引为 -64、-63、-62、-61、-60、-59、-1、0、1、59、60、61、62、63 的信号值依次为 -1、1、1、-1、1、1、1、-1、1、-1、-1、1、-1、1；或者 LTF 的信号中，索引为 -128、-127、-126、-125、-124、-123、-1、0、1、123、124、125、126、127 的信号值依次为 -1、-1、-1、1、1、1、-1、-1、1、-1、-1、1、1、1；或者

LTF 的信号中，索引为 -128、-127、-126、-125、-124、-123、-1、0、1、123、124、125、126、127 的信号值依次为 -1、-1、1、1、1、-1、-1、1、-1、-1、1、1、1、-1；或者

LTF 的信号中，索引为 -256、-255、-254、-253、-252、-251、-129、-128、-127、-5、-4、-3、-2、-1、0、1、2、3、4、5、127、128、129、251、252、253、254、255] 的信号值依次为 -1、-1、1、1、1、1、1、1、-1、1、-1、1、1、1、-1、-1、-1、-1、-1、1、-1、1、-1、1、1、1、1、1；或者

LTF 的信号中，索引为 -256、-255、-254、-253、-252、-251、-250、-249、-248、-247、-246、-245、-2、-1、0、1、2、245、246、247、248、249、250、251、252、253、254、255] 的信号值依次为 -1、1、-1、-1、1、-1、-1、-1、-1、-1、1、1、-1、-1、-1、1、1、-1、-1、-1、-1、-1、1、-1、-1、-1、-1、1；或

LTF 的信号中，索引为 -512、-511、-510、-509、-508、-507、-506、-505、-504、-503、-502、-501、-2、-1、0、1、2、501、502、503、504、505、506、507、508、509、510、511] 的信号值依次为 1、1、1、-1、-1、-1、-1、1、1、1、1、-1、-1、-1、1、-1、-1、-1、-1、-1、1、-1、1、1、-1、-1、-1、-1。

本申请实施例中，通过修改 LTF 中的部分信号的值，一方面可以满足单载波模式下对信道估计及均衡的要求，另一方面可以使得 LTF 带来的 PAPR 的变化不明显。应

理解，数据部分的 PAPR 非常高，是整个 PPDU 的 PAPR 的瓶颈所在，本申请实施例中，第一低频信道对应的载波间隔（即第二载波间隔）被扩大之后得到第一高频信道对应的载波间隔（即第一载波间隔），进而在发送端设备侧的数据部分的数据生成过程中移除 IDFT 处理，并修改 LTF 的部分信号值之后，相比于第一低频信道中数据部分

5 部分的 PAPR，修改后的数据部分的 PAPR 显著降低（这是因为单载波时域调制信号 PAPR 非常低），这将大大降低发射端的器件要求。此外，相比于第一低频信道中 LTF 带来的 PAPR，修改后的 LTF 带来的 PAPR 变化不大，即可以保证修改后的 LTF 不明显地增加系统的 PAPR。

对上述第一方面至第四方面，一种可能的实现方式中，第一载波间隔通过下述方式确定：确定第一高频信道的信道带宽中的高频有效带宽，该高频有效带宽包括数据子载波对应的带宽、导频子载波对应的带宽以及直流子载波对应的带宽；并且根据高频有效带宽和第一低频信道的信道带宽对应的有效子载波的数量，确定第一载波间隔。其中，有效子载波包括数据子载波、导频子载波以及直流子载波，同理，第一高频信道的信道带宽中的高频有效带宽包括第一高频信道的信道带宽中数据子载波对应的带

10 宽、导频子载波对应的带宽以及直流子载波对应的带宽。

15 对上述第一方面至第四方面，一种可能的实现方式中，第一载波间隔通过下述方式确定：根据第一高频信道的信道带宽和第一低频信道的信道带宽，确定第一高频信道承载的信号的样点速率，该样点速率为第一低频信道承载的信号的最小样点速率的 M 倍，M 为大于 1 的正整数；并且根据样点速率和第一 PPDU 的 DFT 大小，确定第

20 一载波间隔。本申请实施例中，当高频信号的样点速率是低频信号的最小样点速率的整数倍（M 倍）时，由于采样时钟在硬件上通常由晶振结合锁相环实现，发送高频信号与发送低频信号可以更容易复用采样时钟。

对上述第一方面至第四方面，一种可能的实现方式中，上述根据第一高频信道的信道带宽和第一低频信道的信道带宽，确定第一高频信道承载的信号的样点速率具体

25 包括：确定第一高频信道的信道带宽中的高频有效带宽，该高频有效带宽包括数据子载波对应的带宽、导频子载波对应的带宽以及直流子载波对应的带宽；并且根据高频有效带宽、第一低频信道的信道带宽对应的有效子载波的数量、第一 PPDU 的 DFT 大小，确定第一高频信道承载的信号的样点速率。本申请实施例中，样点速率满足下述公式：样点速率=载波间隔×DFT 大小。

30 第五方面，本申请实施例提供一种发送端设备，包括存储器和与存储器连接的至少一个处理器，存储器用于存储指令，该指令被至少一个处理器读取后，执行第一方面及其可能的实现方式中任意之一所述的方法。

第六方面，本申请实施例提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器执行以实现第一方面及其可能的实现方式中任意之一所述的方法。

35

第七方面，本申请实施例提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包含指令，当计算机程序产品在计算机上运行时，执行第一方面及其可能的实现方式中任意之一所述的方法。

第八方面，本申请实施例提供一种芯片，包括存储器和处理器。存储器用于存储

计算机指令。处理器用于从存储器中调用并运行该计算机指令，以执行第一方面及其可能的实现方式中任意之一所述的方法。

第九方面，本申请实施例提供一种接收端设备，包括存储器和与存储器连接的至少一个处理器，存储器用于存储指令，指令被至少一个处理器读取后，执行第二方面及其可能的实现方式中任意之一所述的方法。

第十方面，本申请实施例提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器执行以实现第二方面及其可能的实现方式中任意之一所述的方法。

第十一方面，本申请实施例提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包含指令，当计算机程序产品在计算机上运行时，执行第二方面及其可能的实现方式中任意之一所述的方法。

第十二方面，本申请实施例提供一种芯片，包括存储器和处理器。存储器用于存储计算机指令。处理器用于从存储器中调用并运行该计算机指令，以执行第二方面及其可能的实现方式中任意之一所述的方法。

第十三方面，本申请实施例提供一种通信系统，包括第三方面或第五方面所述的发送端设备和第四方面或第九方面所述的接收端设备。

应当理解的是，本申请实施例的第二方面至第十三方面技术方案及对应的可能的实施方式所取得的有益效果可以参见上述对第一方面或第二方面及其对应的可能的实施方式的技术效果，此处不再赘述。

附图说明

- 图 1 为本申请实施例提供的不同的 WLAN 协议的 PPDU 的帧结构示意图；
- 图 2 为本申请实施例提供的一种无线通信系统的架构示意图；
- 图 3 为本申请实施例提供的一种电子设备的硬件示意图；
- 图 4 为本申请实施例提供的一种通信方法示意图之一；
- 图 5 为本申请实施例提供的一种通信方法示意图之二；
- 图 6 为本申请实施例提供的一种通信方法示意图之三；
- 图 7 为本申请实施例提供的一种基于 OFDM 技术的信号调制框架图；
- 图 8 为本申请实施例提供的一种信号调制框架图；
- 图 9 为本申请实施例提供的一种发送端设备的结构示意图之一；
- 图 10 为本申请实施例提供的一种发送端设备的结构示意图之二；
- 图 11 为本申请实施例提供的一种接收端设备的结构示意图之一；
- 图 12 为本申请实施例提供的一种接收端设备的结构示意图之二。

具体实施方式

本文中术语“和/或”，仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。

本申请实施例的说明书和权利要求书中的术语“第一”和“第二”等是用于区别不同的对象，而不是用于描述对象的特定顺序。例如，第一载波间隔和第二载波间隔等是用于区别不同的载波间隔，而不是用于描述载波间隔的特定顺序。

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

5 在本申请实施例的描述中，除非另有说明，“多个”的含义是指两个或两个以上。例如，多个站点（STA）是指两个或两个以上的站点。

首先对本申请实施例提供的一种通信方法、装置及系统中涉及的一些概念做解释说明。

(1) 无线局域网 WLAN 协议标准的发展

10 随着 WLAN 的协议标准 (802.11 协议组) 的发展, 其支持的带宽越来越大 (从 20M 到 320M), 支持的频段也越来越高, 越来越多, 频谱效率和吞吐量也不断提升。802.11 协议组分为低频段的协议和高频段的协议。

例如，针对低频段提出的一些协议、以及支持的最大速率、支持频段可以参考表 1 所示。

表 1

协议名称	支持频段	最大速率
802.11	2.4G	2Mbps
802.11b	2.4G	11Mbps
802.11a	5G	54Mbps
802.11g	2.4G	54Mbps
802.11n	2.4G、5G	600Mbps
802.11ac	5G	1300Mbps
802.11ax	2.4G、5G	10Gbps
802.11be	2.4G、5G、6G	30Gbps

例如，针对高频段提出的一些协议、以及支持的最大速率、支持频段可以参考表 2 所示。

表 2

协议名称	支持频段	最大速率
802.11aj	45G	7Gbps
802.11ay	60G	176Gbps

WLAN 技术还将不断地发展,下一代 WLAN 技术的研究方向是进一步提高物理层能力,以实现既支持高频段也支持低频段的信号发送。

(2) 正交频分复用 (Orthogonal frequency division multiplexing, OFDM) 技术

OFDM 技术是当前无线通信的一种基本传输方式,广泛应用于长期演进(long term evolution, LTE)、全球微波互联接入(worldwide interoperability for microwave access, WiMAX)、WiFi 等无线通信系统。OFDM 技术的基本原理是利用子载波的正交性在容许的范围内,将信号分割为 N 个子信号,然后用 N 个子信号分别调制 N 个相互正交的子载波,由于子载波的频谱相互重叠,因而可以得到较高的频谱效率,并且 OFDM 技术将子载波间隔压缩到最小,这样能保证形成多路并行且互不干扰的通路。

OFDM 技术的实质是：在发送端，对待发送的信号依次经过串并变换和 IFFT 变换，再将并行数据转化为串行数据，加上保护间隔（又称“循环前缀”），形成 OFDM 符号。可以理解的，在 WLAN 技术中，OFDM 符号的子载波可以包括保护子载波、直流子载波、数据子载波、导频子载波。其中，保护子载波和直流子载波不承载信号，也可以认为保护子载波和直流子载波承载的信号的数值为 0，数据子载波用于承载载荷信息，导频子载波用于承载导频信号，其值通常为 1 或-1，导频信号用于残余频偏和相位噪声的估计。

应理解，在物理层，对待发送信号编码、调制等处理之后，生成物理层协议数据单元（PPDU）。对于不同的 WLAN 协议，PPDU 的帧结构具有一定的差异。

（3）不同协议的 PPDU 的帧结构

下面介绍几种低频段的协议对应 PPDU 的帧结构。

1）802.11n，高吞吐量（high throughput，HT）模式的 PPDU 的帧结构

参考图 1 中的（a），PPDU 被分为两部分，其中，一部分是与传统帧兼容的部分，可以称为 HT 的预调制域（下文中统称为 pre-HT 调制域），另一部分是 HT 模式对应的调制域（下文中统称为 HT 调制域）。如图 1 中的（a）所示，pre-HT 调制域包括 L-STF、L-LTF（L-STF 和 L-LTF 为传统前导码）、L-SIG（传统信令）以及 HT-SIG（HT 信令）字段；HT 调制域包括高吞吐量短训练域（high throughput short training field，HT-STF），高吞吐量长训练域（high throughput long training field，HT-LTF）以及数据（data）字段。

2）802.11ac，超吞吐量（very high throughput，VHT）模式的 PPDU 的帧结构

参考图 1 中的（b），与 802.11n 类似，PPDU 被分为两部分，其中，一部分是与传统帧兼容的部分，可以称为 VHT 的预调制域（下文中统称为 pre-VHT 调制域），另一部分是 VHT 模式对应的调制域（下文中统称为 VHT 调制域）。如图 1 中的（b）所示，pre-VHT 调制域包括 L-STF、L-LTF（L-STF 和 L-LTF 为传统前导码）、L-SIG（传统信令）以及 VHT-SIG-A（VHT 信令 A）字段；VHT 调制域包括超高吞吐量短训练域（very high throughput short training field，VHT-STF），超高吞吐量长训练域（very high throughput long training field，VHT-LTF）、VHT-SIG-B（VHT 信令字段 B）以及数据（DATA）字段。

3）802.11ax，高效率（high efficiency，HE）模式的 PPDU 的帧结构

参考图 1 中的（c），PPDU 被分为两部分，其中，一部分是与传统帧兼容的部分，可以称为 HE 的预调制域（下文中统称为 pre-HE 调制域），另一部分是 HE 模式对应的调制域（下文中统称为 HE 调制域）。如图 1 中的（c）所示，pre-HE 调制域包括 L-STF、L-LTF（L-STF 和 L-LTF 为传统前导码）、L-SIG 和 RL-SIG（repeated legacy signal，传统重复信令）、HE-SIG-A（HE 信令 A）字段以及 HE-SIG-B（HE 信令 B）字；HE 调制域包括高效率短训练域（high efficiency short training field，HE-STF），高效率长训练域（high efficiency long training field，HE-LTF）以及数据（data）字段。

4）802.11be，极高效率（extremely high throughput，EHT）模式的 PPDU 的帧结构

参考图 1 中的（d），PPDU 包括传统前导码（legacy preamble，L-preamble）、极

高吞吐量前导码 (EHT-preamble) 以及物理层聚合服务数据单元 (physical layer convergence protocol service data unit, PSDU), 其中, L-preamble 包括 L-STF、L-LTF、L-SIG 字段; EHT-preamble 包括 RL-SIG 和 U-SIG (universal SIG, 通用信令字段)、EHT-SIG、EHT-STF、EHT-LTF 字段; PSDU 包括 data 字段。

- 5 可以理解的, 上述的 802.11n、802.11ac、802.11ax、802.11be 均是基于 OFDM 技术的 WLAN 协议。

下面介绍几种高频段的协议对应 PPDU 的帧结构。

1) 802.11aj 对应的 PPDU 的帧结构

- 802.11aj 对应的 PPDU 也称为中国毫米波吉比特级 (China millimeter-wave multi-gigabit, CMMG) PPDU。

参考图 1 中的 (e), 示意了一种单载波 (SC) 模式在信道带宽为 540M 情况下的 PPDU 的格式。CMMG PPDU 包括 STF、信道估计域 (channel estimation field, CEF)、SIG、SC-DATA 字段。

2) 802.11ay 对应的 PPDU 的帧结构

- 15 802.11ay 对应的 PPDU 也可以称为增强的方向性吉比特级 (enhanced directional multi-gigabit, EDMG) PPDU。

参考图 1 中的 (f), EDMG PPDU 包括 L-STF、L-CEF、L-Header (用于信令指示)、EDMG-Header-A、EDMG-STF、EDMG-CEF、EDMG-Header-B、DATA 以及 TRN (用于波束对齐和跟踪) 字段。

- 20 可以理解的, 802.11aj、802.11ay 是基于单载波模式的 WLAN 协议。基于 OFDM 的协议与基于单载波模式的协议在前导结构、信令指示以及信号处理方面的差异较大。

- 关于各个协议对应的 PPDU 中的各个字段的详细描述可以参考现有的协议内容, 本申请实施例不做一一描述。需要说明的是, 本申请实施例对调制域中的 LTF 字段 (例如 HT-LTF、VHT-LTF、HE-LTF 或 EHT-LTF) 有调整, 因此仅对 LTF 字段进行简单
25 介绍。调制域的 LTF 字段用于信道估计, 根据信道估计的结果可以解析获得发送端发送的信号。LTF 字段为一个 LTF 序列 (由 0、1、-1 组成的序列), LTF 序列包括各个子载波上承载的数值, 应理解, 一个子载波对应 LTF 序列中的一个数值 (LTF 序列中的一个数值可以称为 LTF 的一个信号)。

- 本申请实施例中, 不同带宽对应的 LTF 序列不同, LTF 序列可以包括 1x 序列、
30 2x 序列、4x 序列。其中, 1x 序列中两个非零元素 (元素即 LTF 中的信号) 之间至少间隔 3 个零, 2x 序列中两个非零元素之间至少间隔 1 个零, 4x 序列中有连续的非零值, 由于 4x 序列中的非零元素比较密集, 因此采用 4x 序列进行信道估计的准确度较高。

- 将 LTF 序列中的第 k 个元素记为 LTF_k , 接收端通过信道接收到的信号记为 Y, 且第 k 个子载波对应的信道接收的信号记为 Y_k , 发送端与接收端之间的信道记为 H, 第
35 k 个子载波对应的信道记为 H_k , 使用数据子载波对应的 P 矩阵 (P 矩阵为正交矩阵) 进行信道估计, 则采用 LTF 序列信道估计的原理如下:

$$Y_k = H_k \times P_{m,n} \times LTF_k$$

应注意, P 矩阵的大小为 $M \times N$, M 表示数据流的条数, N 表示对于一个数据流, LTF 对应的 OFDM 符号数, 其中, $m \in [1, M]$, $n \in [1, N]$, m 表示第 m 条数据流, n

表示第 n 个 OFDM 符号。

如此，可以推导得到第 k 个子载波对应的信道 H_k 为：

$$H_k = Y_k \times P_{m,n}^* / (LTF_k)$$

其中， $P_{m,n}^*$ 表示 $P_{m,n}$ 的共轭转置。

5 (4) 峰均功率比

峰均功率比 (peak to average power ratio, PAPR)，简称峰均比，对于一个信号序列，PAPR 指的是信号的瞬间功率峰值与信号功率平均值之比，可以采用下述公式表示：

$$PAPR = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{\max(X_i^2)}{\text{mean}(X_i^2)} \right)$$

10 其中， X_i 表示信号序列中一个信号的时域离散值； $\max(X_i^2)$ 表示信号序列中，时域离散值平方的最大值，即信号的瞬间功率峰值； $\text{mean}(X_i^2)$ 表示时域离散值平方的平均值，即信号功率平均值。

结合上述内容可知，高频段和低频段对应的物理层协议数据单元 (PHY protocol data unit, PPDU) 的信号 (SC 或 OFDM) 模式不同，使得 PPDU 在前导结构、信令指示、数据信号生成过程不同，如此，对低频信号的处理方法与对高频信号的处理方法也不同，这样一来，对应用于处理信号的硬件 (例如基带芯片中的专用电路) 也差别较大。目前，可以针对高频信号和低频信号可以分别设计基带芯片，但芯片的设计、开发、调试以及测试的成本较高；或者设计既可以用于处理低频信号也可以用于处理高频信号的融合基带芯片，但这种方式的复杂度较高。

20 针对背景技术存在的问题，本申请实施例提供一种通信方法，能够使得高频信号与低频信号的处理过程类似，从而降低设计兼容高低频的基带芯片的复杂度。具体的，对于高频信道，在信号发送过程中，将其对应的载波间隔设置为低频信道对应的载波间隔的 N 倍 ($N > 1$)。即，高频物理层信号通过将低频物理层信号的载波间隔扩大得到。如此，使得高频物理层信号的发送方式与低频物理层信号的发送方式更为接近，
25 如此，使得设计兼容高低频的基带芯片的复杂度降低。

本申请实施例提供的通信方法可以应用于发送端设备与接收端设备通信的无线通信系统，发送端设备基于获取的第一载波间隔 (由低频信道对应的第二载波间隔扩大后得到) 对待发送的高频物理层信号进行调制生成第一 PPDU，并发送至接收端设备；相应的，接收端设备获取第一载波间隔，并基于第一载波间隔对第一 PPDU 进行解调
30 从而获取高频物理层信号。

示例性的，该无线通信系统可以是 WiFi 无线通信系统，参考图 2，该无线通信系统包括接入点 (access point, AP) 和一个或多个站点 (station, STA)，图 2 中包括两个 STA，分别为 STA1 和 STA2。其中，发送端设备可以为 AP 或 STA，接收端设备也可以为 AP 或 STA，例如，当发送端设备为 AP 时，接收端设备为 STA，
35 当发送端设备为 STA 时，接收端设备为 AP。也就是说，无线通信系统中的一个设备既可以作为发送端设备也可以作为接收端设备。

示例性的，本申请实施例中，AP 和 STA 均包括但不限于服务器、路由器、交换机、网桥、计算机、手机等设备。

本申请实施例提供的通信方法可以由通信装置执行，该通信装置具有执行本申请技术方案的功能，该通信装置可以为上述服务器、路由器、交换机、网桥、计算机、手机等设备中的一种，该通信装置也可以是上述设备中的一个或多个功能模块，该功能模块既可以是硬件设备中的元件，也可以是在专用硬件上运行的软件，或者是硬件与软件的结合。可选地，该通信装置可以由一个设备实现，也可以由多个设备实现，本申请实施例对此不作具体限定。

例如，本申请实施例中的通信装置的相关功能可以通过图 3 中的电子设备来实现。请参考图 3，对本申请提供的电子设备的硬件结构进行介绍。应理解，图 3 所示的电子设备仅仅是电子设备的一个范例，该电子设备可以具有比图中所示出的更多的或者更少的部件，可以组合两个或更多的部件，或者可以具有不同的部件配置。图 3 中所示出的各种部件可以在包括一个或多个信号处理和/或专用集成电路在内的硬件、软件、或硬件和软件的组合中实现。

如图 3 所示，本申请实施例提供的一种电子设备可以包括：处理器 301，还可以包括存储器 302、通信接口 303。其中，处理器 301、存储器 302 以及通信接口 303 之间可以通过总线 304 连接，或采用其他方式相互连接。

其中，处理器 301 是电子设备的控制中心，处理器 301 可以是通用中央处理单元（central processing unit, CPU），也可以是其他通用处理器等，其中，通用处理器可以是微处理器或者是任何常规的处理器等。处理器 301 可以包括一个或多个处理单元，例如：处理器 301 可以包括应用处理器（application processor, AP），图形处理器（graphics processing unit, GPU），图像信号处理器（image signal processor, ISP），控制器，存储器等。其中，不同的处理单元可以是独立的器件，也可以集成在一个或多个处理器中。例如，本申请实施例中，处理器 301 可以解析信令信息、处理相关数据等。

处理器 301 中的控制器是电子设备的神经中枢和指挥中心。控制器可以根据指令操作码和时序信号，产生操作控制信号，完成取指令和执行指令的控制。处理器 301 中还可以设置存储器，用于存储指令和数据。

电子设备的存储器 302 包括但不限于是随机存取存储器（random access memory, RAM）、只读存储器（read only memory, ROM）、可擦除可编程只读存储器（erasable programmable read-only memory, EPROM）、快闪存储器、或光存储器、磁盘存储介质或者其他磁存储设备、或者能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的期望的程序代码并能够由计算机存取的任何其他介质。本申请实施例中，存储器 302 可以存储信令信息以及预先预定的一些预设值等。

一种可能的实现方式中，存储器 302 可以独立于处理器 301 存在。存储器 302 可以通过总线 304 与处理器 301 相连接，用于存储数据、指令或者程序代码。处理器 301 调用并执行存储器 302 中存储的指令或程序代码时，能够实现本申请实施例提供的通信方法。

通信接口 303，可以是收发模块，用于与其他设备或通信网络通信，如以太网，RAN，无线局域网（wireless local area networks, WLAN）等通信，通信接口 303 可以接收指令、消息或数据等。收发模块可以是收发器、收发机一类的装置，收发

器包括发送器和接收器，其中，本申请实施例中发送器用于发送第一 PPDU，接收器用于接收第一 PPDU。可选地，通信接口 303 也可以是位于处理器 301 内的收发电路，用以实现处理器的信号输入和信号输出。通信接口 303 是无线接口。

5 可选地，本申请实施例中的电子设备还可以包括输入输出接口 305，输入输出接口 305 用于与输入设备连接，接收用户通过输入设备输入的信息。输入设备包括但不限于键盘、触摸屏、麦克风等等。输入输出接口 305 还用于与输出设备连接，输出处理器 301 的处理结果，输出设备包括但不限于显示器、打印机等等。

10 总线 304，可以是工业标准体系结构 (industry standard architecture, ISA) 总线、外部设备互连 (peripheral component interconnect, PCI) 总线或扩展工业标准体系结构 (extended industry standard architecture, EISA) 总线等。该总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示，图 3 中仅用一条粗线表示，但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

下面参考附图描述本申请实施例提供的通信方法、装置及系统。

15 在上述实施例所述描述的内容的基础上，从发送端设备和接收端设备交互的角度来描述本申请实施例提供的通信方法，如图 4 所示，该方法包括以下步骤：

步骤 401、发送端设备获取第一载波间隔，该第一载波间隔是第一低频信道对应的第二载波间隔的 N 倍， $N > 1$ 。

20 本申请实施例中，发送端设备获取第一载波间隔的目的是基于第一载波间隔发送高频物理层信号，该高频物理层信号是通过高频信道（在以下实施例中，将该高频信道均称为第一高频信道）发送的。

可以理解的，本申请实施例中，第一低频信道的频段包括 2.4G、5G 或 6G 中的一种，即上述实施例中介绍的低频的 802.11 协议所支持的一些频段；第一高频信道的频段包括 45G 或 60G 中的一种，即上述实施例中介绍的高频的 802.11 协议所支持的一些频段。

25 可选地，本申请实施例中的第一载波间隔的取值范围包括下述任一种：[3.55M, 4.03M]、[7.11M, 8.05M]、[3.46M, 3.92M]、[6.92M, 7.85M]、[3.31M, 3.75M]、[6.61M, 7.5M]、[3.23M, 3.67M]、[3.313M, 3.755M]、[7.19M, 7.98M]、[7.36M, 8.18M]、[3.6M, 4M]、[7.79M, 8.59M]、或 [3.85M, 4.25M]， M 表示兆，是第一载波间隔的单位。

30 第一载波间隔由第一低频信道对应的第二载波间隔扩大 N ($N > 1$) 倍得到的，可选地， N 可以为正整数， N 也可以不是正整数，本申请实施例对 N 的取值是否为正整数不做限制。

35 当第一高频信道承载的信号的样点速率应是第一低频信道承载的信号的最小样点速率的 M (M 为大于 1 的正整数倍) 倍时，第一载波间隔的取值可以包括下述任一种：3.75M、7.8125M、3.5156M、7.03125M、7.93M、3.91M、8.2M 或 4.05M。

本申请实施例中，第一载波间隔的值是协议中预先定义的，在发送端设备的存储器中可以预先存储有第一载波间隔的各种取值，当发送端设备发送高频物理层信号时，可以根据实际需求从存储器中获取合适的载波间隔来发送信号。

在一些实现方式中，第一载波间隔也可以由发送端设备确定。应理解，无论是

协议中预先定义或者发送端设备确定，该第一载波间隔的推导方法是类似的。

可选地，如图 5 所示，第一载波间隔可以通过下述步骤 501 至步骤 502 确定。

步骤 501、确定第一高频信道的信道带宽中的高频有效带宽。

该高频有效带宽包括数据子载波对应的带宽、导频子载波对应的带宽以及直
5 子载波对应的带宽。由于保护子载波不用于承载有效信号，因此高频有效带宽不包括保护子载波对应的带宽。高频有效带宽实际上是高频信道的信道带宽中的有效信道带宽。

本申请实施例中，高频信道的信道带宽可以包括 270M、540M、1080M、2160M、
4320M、8640M。

10 本申请实施例中，高频信道的信道带宽中，高频有效带宽的占比的范围可以为 0.75-0.85。在一种实现方式中，将高频信道的信道带宽中占比为 0.8 的信道带宽确定为高频有效带宽，即将高频信道的信道带宽中占比为 0.2 的带宽确定为保护带宽。需要说明的是，当高频信道的信道带宽增大到一定程度时，信道带宽中的保护带宽趋于稳定（即保护带宽基本不变）。示例性的，信道带宽为 270M、540M、1080M
15 以及 2160M 时，其高频有效带宽按照上述占比确定，信道带宽为 4320M、8640M 时，其高频有效带宽为信道带宽与固定带宽之差，该固定带宽即为保护带宽。

例如，第一高频信道的信道带宽为 270M，高频有效带宽的占比的范围为
0.75-0.85 时，高频有效带宽的范围为 202.5M（即 $270M \times 0.75$ ）至 229.5M（ $270M \times 0.85$ ），
高频有效带宽的占比取 0.8 时，高频有效带宽为 216M（即 $270M \times 0.8$ ）。

20 参考下述表 3 和表 4，为不同信道带宽的高频信道的高频有效带宽的示例。

表 3

信道带宽	有效带宽占比范围	有效带宽范围	有效带宽占比	有效带宽
270M	0.75-0.85	202.5M-229.5M	0.8	216M
540M	0.75-0.85	405M-459M	0.8	432M
1080M	0.75-0.85	810M-918M	0.8	864M
2160M	0.75-0.85	1620M-1836M	0.8	1728M

例如，第一高频信道的信道带宽为 270M，高频有效带宽的占比的范围为
0.75-0.85 时，高频有效带宽的范围为 202.5M（即 $270M \times 0.75$ ）至 229.5M（ $270M \times 0.85$ ），
高频有效带宽的占比取 0.8 时，高频有效带宽为 216M（即 $270M \times 0.8$ ）。

25 上述第一高频信道的信道带宽为 2160M 时，其中的保护带宽为 432M（即 2160M-1728M），在本申请实施例中，在第一高频信道的信道带宽大于 2160M 的情况下，第一高频信道的信道带宽中的保护带宽固定为 432M。

表 4

信道带宽	保护带宽	有效带宽	有效带宽范围
4320M	432M	3888M	3600M-4000M
8640M	432M	8208M	7800M-8600M

步骤 502、根据高频有效带宽和第一低频信道的信道带宽对应的有效子载波的数量，确定第一载波间隔。

30

应理解，有效子载波包括数据子载波、导频子载波以及直流子载。

第一低频信道的信道带宽可以包括 20M、40M、80M、160M。本申请实施例中，不同的信道带宽的第一高频信道对应的第一载波间隔可以由不同信道带宽的第一低频信道的第二载波间隔进行扩大得到。可选地，第一高频信道与第一低频信道的信道带宽之间的组合关系可以包括一种或多种，示例性的，参考表 5 示例了几种第一高频信道与第一低频信道的信道带宽之间的组合关系。

表 5

第一高频信道的信道带宽	第一低频信道的信道带宽以及对应的协议	
270M	20M	802.11n/802.11ac
540M	20M	802.11n/802.11ac
	40M	802.11n/802.11ac
1080M	20M	802.11ax/802.11be
	40M	802.11n/802.11ac
	80M	802.11ac
2160M	20M	802.11ax/802.11be
	40M	802.11ax/802.11be
	80M	802.11ac
	160M	802.11ac
4320M	40M	802.11ax/802.11be
	80M	802.11ax/802.11be
	160M	802.11ac
8640M	80M	802.11ax/802.11be
	160M	802.11ax/802.11be

本申请实施例中，有效带宽、有效子载波的数量以及子载波间隔满足：

有效带宽=子载波数量×子载波间隔

应理解，高频信道对应的有效子载波的数量与低频信道对应的有效子载波的数量相同时，则高频信道上发送的信号与低频信道上发送的信号的处理方式类似。如此，为了使得高频信号与低频信号的处理方式相同，将第一低频信道对应的有效子载波的数量作为第一高频信道的有效子载波的数量，从而基于上述的有效带宽、有效子载波的数量以及子载波间隔之间的关系的公式，计算第一载波间隔，该第一载波间隔为高频有效带宽与第一低频信道对应的有效子载波的数量比值。

结合上述表 3、表 4 以及表 5，表 6 示例了不同情况下的第一载波间隔可能的取值范围以及取值。

表 6

第一高频信道的信道带宽	第一低频信道的信道带宽	第一低频信道对应的有效子载波的数量	高频有效带宽的范围	第一载波间隔的范围	高频有效带宽	第一载波间隔
270M	20M	57	202.5M-229.5M	3.55M-4.03M	216M	3.79M
540M	20M	57	405M-459M	7.11M-8.05M	432M	7.58M
	40M	117		3.46M-3.92M		3.69M
1080	20M	245	810M-918M	3.31M-3.75M	864M	3.53M
	40M	117		6.92M-7.85M		7.38M
	80M	245		3.31M-3.75M		3.53M
2160M	20M	245	1620M-1836M	6.61M-7.5M	1728M	7.05M
	40M	489		3.313M-3.755M		3.534M
	80M	245		6.61M-7.5M		7.05M
	160M	501		3.23M-3.67M		3.5M
4320M	40M	489	3600M-4000M	7.36M-8.18M	3888M	7.95M
	80M	1001		3.6M-4M		3.884M
	160M	501		7.19M-7.98M		7.76M
8640M	80M	1001	7800M-8600M	7.79M-8.59M	8208M	8.2M
	160M	2025		3.85M-4.25M		4.05M

可选地，如图 6 所示，第一载波间隔可以通过下述步骤 601 至步骤 602 确定。

步骤 601、根据第一高频信道的信道带宽和第一低频信道的信道带宽，确定第一高频信道承载的信号的样点速率（sample rate）。

5 应理解，样点速率为第一低频信道承载的信号的最小样点速率的 M 倍，M 为大于 1 的正整数。本申请实施例中，样点速率也可以称为信号带宽、基带时钟频率或基带采样时钟频率，本申请实施例对此不做限定。

具体的，通过下述步骤 6011 至步骤 6012 确定第一高频信道承载的信号的样点速率。

10 步骤 6011、确定第一高频信道的信道带宽中的高频有效带宽。

与上述步骤 501 相同，高频有效带宽包括数据子载波对应的带宽、导频子载波对应的带宽以及直流子载波对应的带宽。关于高频有效带宽的相关描述可以参考上述实施例中对于步骤 501 的详细描述，此处不再赘述。

15 步骤 6012、根据高频有效带宽、第一低频信道的信道带宽对应的有效子载波的数量、第一 PPDU 的 DFT 大小，确定第一高频信道承载的信号的样点速率。

本申请实施例中，样点速率满足下述公式：

$$\text{样点速率} = \text{载波间隔} \times \text{DFT 大小}$$

DFT 大小即为离散傅里叶变换的点数，载波间隔可以通过上述步骤 502 所述的

过程确定。结合上述对于步骤 501 和步骤 502 中确定的载波间隔以及待生成的第一 PPDU 的 DFT 大小，可以计算得到第一高频信道承载的信号的样点速率。

表 7

第一高频信道的信道带宽	第一低频信道的信道带宽	DFT 大小	载波间隔的范围	样点速率的范围	载波间隔	样点速率
270M	20M	64	3.55M-4.03M	227.2M-257.92M	3.79M	242.56M
540M	20M	64	7.11M-8.05M	455.04M-515.2M	7.58M	485.12M
	40M	128	3.46M-3.92M	442.88M-501.76M	3.69M	472.32M
1080	20M	256	3.31M-3.75M	847.36M-960M	3.53M	903.68M
	40M	128	6.92M-7.85M	885.76M-1004.8M	7.38M	944.64M
	80M	256	3.31M-3.75M	847.36M-960M	3.53M	903.68M
2160M	20M	256	6.61M-7.5M	1692.16M-1920M	7.05M	1804.8M
	40M	512	3.313M-3.755M	1696.26M-1922.56M	3.534M	1809.41M
	80M	256	6.61M-7.5M	1692.16M-1920M	7.05M	1804.8M
	160M	512	3.23M-3.67M	1653.76M-1879.04M	3.5M	1792M
4320M	40M	512	7.36M-8.18M	3768.32M-4188.16M	7.95M	4070.4M
	80M	1024	3.6M-4M	3686.4M-4096M	3.884M	3977.216M
	160M	512	7.19M-7.98M	3681.28M-4085.76M	7.76M	3973.12M
8640M	80M	1024	7.79M-8.59M	7976.96M-8796.16M	8.2M	8396.8M
	160M	2048	3.85M-4.25M	7884.8M-8704M	4.05M	8294.4M

步骤 602、根据样点速率和第一 PPDU 的离散傅里叶变换 DFT 大小，确定第一

载波间隔。

根据公式：样点速率=载波间隔×DFT 大小，第一低频信道与第一高频信道的 DFT 大小相同，如此，为实现采样时钟复用，第一高频信道承载的信号的样点速率应是第一低频信道承载的信号的最小样点速率的整数倍（即 M 倍）。对于本申请实

5

施例中提供的各个低频的 WLAN 协议，最小样点速率均为 20M。
结合上述表 7，在表 7 确定出的样点速率的范围内，确定出最终的样点速率，使得最终的样点速率为第一低频信道承载的信号的最小样点速率 20M 的整数倍，且接近表 7 中确定的样点速率值。表 8 示出了不同参数下的第一载波间隔，不同参数包括第一高频信道的信道带宽、第一低频信道的信道带宽、高频信号的 DFT 大小、样点速率的占比等。

10

表 8

第一高频信道的信道带宽	第一低频信道的信道带宽	DFT 大小	样点速率的范围	样点速率	最终的样点速率	第一载波间隔
270M	20M	64	227.2M-257.92M	242.56M	240M	3.75M
540M	20M	64	455.04M-515.2M	485.12M	500M	7.8125M
	40M	128	442.88M-501.76M	472.32M	480M	3.75M
1080M	20M	256	847.36M-960M	903.68M	900M	3.5156M
	40M	128	885.76M-1004.8M	944.64M	1000M	7.8125M
	80M	256	847.36M-960M	903.68M	900M	3.5156M
2160M	20M	256	1692.16M-1920M	1804.8M	1800M	7.03125M
	40M	512	1696.26M-1922.56M	1809.41M	1800M	3.5156
	80M	256	1692.16M-1920M	1804.8M	1800M	7.03125M
	160M	512	1653.76M-1879.04M	1792M	1800M	3.5156M
4320M	40M	512	3768.32M-4188.16M	4070.4M	4060M	7.93M
	80M	1024	3686.4M-4096M	3977.216M	4000M	3.91M
	160M	512	3681.28M-4085.76M	3973.12M	4000M	7.8125M
8640M	80M	1024	7976.96M-8796.16M	8396.8M	8400M	8.2M
	160M	2048	7884.8M-8704M	8294.4M	8300M	4.05M

结合表 8, 例如, 第一高频信道的信道带宽为 270M, 第一低频信道的信道带宽为 20M, 待发送的高频物理层信号的 DFT 大小为 64, 取最小样点速率 (20M) 的 12 倍的样点速率作为第一高频信道承载的信号的样点速率, 该样点速率为 240M, 如此可以得到第一载波速率为 3.75M (即 240M/64)。

5 本申请实施例中, 当高频信号的样点速率是低频信号的最小样点速率的整数倍 (M 倍), 高频信号对应的采样时钟频率 (样点速率即为采样时钟频率) 与低频信号的采样时钟频率可以基于同一硬件 (晶振结合锁相环) 实现, 这样就可以使得设计兼容高低频的基带芯片的复杂度降低。

10 步骤 402、发送端设备基于第一载波间隔对待发送的高频物理层信号进行调制, 生成第一物理层协议数据单元 PPDU。

可以理解的, 信号调制是发送端设备对信号源的信息进行处理, 使其变为适合传输的信号形式的过程。相应的, 信号解调是将信号源的信息从接收信号中提取出来的过程。

15 本申请实施例中, 当采用 OFDM 技术对待发送的高频物理层信号 (本申请实施例中, 高频物理层信号为数字信号) 进行调制时, 参考图 7 所示的信号调制框架图, 具体的, 对待发送的信息比特进行调制包括: 在频域内, 对待发送的信息比特进行信道编码和数字调制 (例如采用正交振幅调制 (quadrature amplitude modulation, QAM) 技术)、插入导频、串并转换、IDFT、插入循环前缀和加窗、并串转换从而得到调制后的数字信号, 在此之后通过数模转换器将数字信号转换为模拟信号
20 (经数模转换器转换后的信号即为本申请实施例中的第一 PPDU), 其中, 数模转换器的参数之一是样点速率或第一载波间隔, 关于图 7 所示的信号调制过程的详细内容可参考现有的相关技术, 本申请实施例不再详述。

步骤 403、发送端设备通过第一高频信道向接收端设备发送第一 PPDU。相应的, 接收端设备通过第一高频信道从发送端设备接收第一 PPDU。

25 可选地, 在通过第一高频信道传输第一 PPDU 的过程中, 可能存在噪声信号。

步骤 404、接收端设备获取第一载波间隔。

该第一载波间隔是第一低频信道对应的第二载波间隔的 N 倍, $N>1$ 。应理解, 接收端设备获取第一载波间隔的方法与步骤 401 中发送端设备获取的第一载波间隔的方法相同。

30 本申请实施例中, 第一载波间隔是接收端设备与发送端设备预先约定好的, 或者在协议中预先定义好的。

需要说明的是, 本申请实施例不限制步骤 404 与步骤 403 (接收端设备接收第一 PPDU) 的顺序, 即可以先执行步骤 403, 后执行步骤 404, 或者先执行步骤 404, 后执行步骤 403, 或者同时执行步骤 403 和步骤 404。

35 步骤 405、基于第一载波间隔对第一 PPDU 进行解调。

本申请实施例中, 信号解调过程是信号调制过程的逆操作, 在发送端设备的时钟与接收端设备的时钟同步的情况下 (若二者不同步, 需要先进行时钟同步), 信号解调过程包括模数转换、串并转换、去除循环前缀、DFT、残余频偏和相噪处理 (即导频信号处理)、信道均衡、并串转换、数字解调和信道译码。其中, 接收端

设备接收到信号（模拟信号）之后，通过模数转换器将模拟信号转换为数字信号，与发送端设备类似，模数转换器的参数之一是样点速率或第一载波间隔，关于图 7 所示的信号解调过程的详细内容可参考现有的相关技术，本申请实施例不再详述。

5 综上，本申请实施例提供的通信方法中，对于高频信道，在信号发送的过程中，将其对应的载波间隔设置为低频信道对应的载波间隔的 N 倍 ($N>1$)，即高频物理层信号通过低频物理层信号的载波间隔扩大得到，如此，使得高频物理层信号的发送方式与低频物理层信号的发送方式更为接近。这将使得高频信号与低频信号的数字信号处理过程接近一致，这对于既支持高频段又支持低频段的下一代 WLAN 协议，在芯片设计与实现上非常友好。

10 此外，当高频信号的样点速率是低频信号的最小样点速率的整数倍 (M 倍) 时，由于采样时钟在硬件上通常由晶振结合锁相环实现，发送高频信号与发送低频信号可以更容易复用采样时钟。

进一步的，参考图 8，本申请实施例中，在发送端设备侧，上述基于第一载波间隔对待发送的信息比特进行调制具体包括：基于第一载波间隔对信息比特进行调制
15 的过程中，对于数据部分处理，对信息比特不做离散傅里叶逆变换 IDFT（即对生成的第一 PPDU 中的数据部分不做 IDFT），并且对于第一 PPDU 的长训练域 LTF，LTF 的信号中直流子载波和保护子载波承载的信号值为非 0 值。相应地，在接收端设备侧，对于数据部分处理，在信道均衡之后，增加 IDFT 处理。进一步的，将导频信号处理移至 IDFT 之后进行，得到最终解调的信息比特。

20 结合上述基于 OFDM 技术的信号调制框架图，可知，发送端设备在频域对数据进行调制，然后通过 IDFT 处理，如此，生成的 PPDU 由多个独立的经过调制的子载波信号叠加而成，当各个子载波相位相同或者相近时，叠加信号便会受到相同初始相位信号的调制，从而产生较大的瞬时功率峰值，由此带来较大的 PAPR。可见 OFDM 系统的缺点是 PAPR 较高，较高的 PAPR 将会导致信号非线性失真，造成明显的频谱扩展干扰以及带内信号畸变，降低系统性能。

25 本申请实施例中，发送端设备对数据部分不做 IDFT 处理，如此，即在时域中对数据进行调制，这样不存在子载波的叠加，信号的 PAPR 较低。然而，当发送端设备在时域中对数据进行调制时，接收端设备需对直流子载波和保护子载波进行信道估计和均衡，因此，在本申请实施例中，在对数据部分不执行 IDFT 处理的基础上，
30 还将 LTF 的信号中直流子载波和保护子载波承载的信号值设置为非 0 值，例如修改为 -1 或 1，使得接收端设备可以顺利对直流子载波和保护子载波进行信道估计和均衡。通过上述改进，可以实现将 OFDM 技术的高频物理层信号发送和接收修改为基于单载波模式进行高频物理层信号的发送和接收，能够降低 PAPR，且对发送端和接收端的改动非常小，有益于芯片实现。应理解，单载波模式中，信号调制是
35 在时域中进行调制的，并且在接收端需对直流子载波和保护子载波进行信道估计和均衡。

OFDM 技术中，LTF 的信号中直流子载波和保护子载波承载的信号值均为 0，本申请实施例中，基于 LTF 中的部分信号值修改后，系统的 PAPR 不升高的原则，参考表 9，示意出了几种 LTF 的信号中直流子载波和保护子载波承载的信号值。

表 9

第一高频信道的信道带宽	第一低频信道的信道带宽以及对应的协议		LTF 中信号的索引	修改后的信号值
540M	20M	802.11n/802.11ac	-32、-31、-30、-29、0、29、30、31	-1、1、1、1、-1、-1、1、1
1080M	40M	802.11n/802.11ac	-64、-63、-62、-61、-60、-59、-1、0、1、59、60、61、62、63	-1、1、1、-1、1、1、1、-1、-1、-1、-1、-1、-1、-1、-1
2160M	20M	802.11ax/802.11be	-128、-127、-126、-125、-124、-123、-1、0、1、123、124、125、126、127	-1、-1、1、1、1、-1、-1、1、-1、-1、1、1、1、-1
	80M	802.11ac	-128、-127、-126、-125、-124、-123、-1、0、1、123、124、125、126、127	-1、-1、-1、1、1、1、-1、-1、-1、-1、-1、-1、1、1
4320M	40M	802.11ax/802.11be	-256、-255、-254、-253、-252、-251、-250、-249、-248、-247、-246、-245、-2、-1、0、1、2、245、246、247、248、249、250、251、252、253、254、255	-1、1、-1、-1、1、-1、-1、-1、-1、-1、1、1、1、-1、-1、-1、-1、-1、1、-1、-1、-1、1、1
	160M	802.11ac	-256、-255、-254、-253、-252、-251、-129、-128、-127、-5、-4、-3、-2、-1、0、1、2、3、4、5、127、128、129、251、252、253、254、255	-1、-1、1、1、1、1、1、1、-1、1、-1、1、-1、-1、-1、-1、-1、1、-1、1、-1、1、1、1、1
8640M	80M	802.11ax/802.11be	-512、-511、-510、-509、-508、-507、-506、-505、-504、-503、-502、-501、-2、-1、0、1、2、501、502、503、504、	1、1、1、-1、-1、-1、-1、1、1、1、1、1、-1、-1、-1、-1、-1、-1、-1、-1、-1、-1、-1、-1、-1、-1

			505、506、507、508、 509、510、511	
--	--	--	---------------------------------	--

5 本申请实施例中，对于单载波模式，第一高频信道的有效信号带宽（不同于上述实施例中的有效信道带宽，即高频有效带宽）通常为信道带宽的一定占比，有效信号带宽即样点速率，例如样点速率与信道带宽的比值范围可以为 0.75-0.85，具体的，样点速率与信道带宽的比值范围可以为 0.8，如此可以确定出样点速率的取值范围以及比值为 0.8 时样点速率的取值。

在确定出的样点速率的范围内，确定最终的样点速率，使得最终的样点速率为第一低频信道承载的信号的最小样点速率 20M 的整数倍，且接近样点速率与信道带宽的比值为 0.8 时的样点速率。下述表 10 示意了不同参数下样点速率。

表 10

第一高频信道的信道带宽	样点速率的占比的范围	样点速率的范围	样点速率的占比	样点速率	最终的样点速率
540M	0.75-0.85	405M-459M	0.8	432M	440M
1080M	0.75-0.85	810M-918M	0.8	864M	860M
2160M	0.75-0.85	1620M-1836M	0.8	1728M	1720M
4320M	0.75-0.85	3240M-3672M	0.8	3456M	3460M
8640M	0.75-0.85	6480M-7344M	0.8	6912M	6920M

10 其中，第一高频信道的信道带宽为 540M 时，DFT 大小可以为 64 或 128，结合表 10 中给出的最终的样点速率 440M，如此，确定的第一载波间隔为 6.875M 或 3.4375M。

15 第一高频信道的信道带宽为 1080M 时，DFT 大小可以为 128 或 256，结合表 10 中给出的最终的样点速率 860M，如此，确定的第一载波间隔为 6.7188M 或 3.3594M。

第一高频信道的信道带宽为 2160M 时，DFT 大小可以为 256 或 512，结合表 10 中给出的最终的样点速率 1720M，如此，确定的第一载波间隔为 6.7188M 或 3.3594M。

20 第一高频信道的信道带宽为 4320M 时，DFT 大小可以为 512 或 1024，结合表 10 中给出的最终的样点速率 3460M，如此，确定的第一载波间隔为 6.7578M 或 3.3789M。

第一高频信道的信道带宽为 8640M 时，DFT 大小可以为 1024 或 2048，结合表 10 中给出的最终的样点速率 6920M，如此，确定的第一载波间隔为 6.7578M 或 3.3789M。

25 需要说明的是，根据上述实施例的相关记载，当高频信道的信道带宽增大到一定程度时，信道带宽中的保护带宽趋于稳定（即保护带宽基本不变）。示例性的，信道带宽为 270M、540M、1080M 以及 2160M 时，其高频有效带宽按照上述样点速率与信道带宽的比值（0.8）确定，信道带宽为 4320M、8640M 时，其高频有效

带宽为信道带宽与固定带宽之差，该固定带宽即为保护带宽，本申请实施例中，在第一高频信道的信道带宽大于 2160M 的情况下，第一高频信道的信道带宽中的保护带宽固定为 432M，例如信道带宽为 4320M 时，样点速率为 3888M，信道带宽为 8640M 时，样点速率为 8208M。

5 结合表 10，如下表 11 所示是另一种不同参数下的样点速率的示例。

表 11

第一高频信道的信道带宽	样点速率的占比的范围	样点速率的范围	样点速率的占比	样点速率	最终的样点速率
540M	0.75-0.85	405M-459M	0.8	432M	440M
1080M	0.75-0.85	810M-918M	0.8	864M	860M
2160M	0.75-0.85	1620M-1836M	0.8	1728M	1720M
4320M	/	3600M-4000M	/	3888M	3880M
8640M	/	7800M-8400M	/	8208M	8200M

其中，第一高频信道的信道带宽为 540M 时，DFT 大小可以为 64 或 128，结合表 11 中给出的最终的样点速率 440M，如此，确定的第一载波间隔为 6.875M 或 3.4375M。

10 第一高频信道的信道带宽为 1080M 时，DFT 大小可以为 128 或 256，结合表 11 中给出的最终的样点速率 860M，如此，确定的第一载波间隔为 6.7188M 或 3.3594M。

15 第一高频信道的信道带宽为 2160M 时，DFT 大小可以为 256 或 512，结合表 11 中给出的最终的样点速率 1720M，如此，确定的第一载波间隔为 6.7188M 或 3.3594M。

第一高频信道的信道带宽为 4320M 时，DFT 大小可以为 512 或 1024，结合表 11 中给出的最终的样点速率 3880M，如此，确定的第一载波间隔为 7.5781M 或 3.7109M。

20 第一高频信道的信道带宽为 8640M 时，DFT 大小可以为 1024 或 2048，结合表 11 中给出的最终的样点速率 8200M，如此，确定的第一载波间隔为 8.0078M 或 4.0039M。

综上，本申请实施例中，通过修改 LTF 中的部分信号的值，一方面可以满足单载波模式下对信道估计及均衡的要求，另一方面可以使得 LTF 带来的 PAPR 的变化不明显。

25 应理解，数据部分的 PAPR 非常高，是整个 PPDU 的 PAPR 的瓶颈所在，本申请实施例中，第一低频信道对应的载波间隔（即第二载波间隔）被扩大之后得到第一高频信道对应的载波间隔（即第一载波间隔），进而在发送端设备侧的数据部分的数据生成过程中移除 IDFT 处理，并修改 LTF 的部分信号值之后，相比于第一低频信道中数据部分的 PAPR，修改后的数据部分的 PAPR 显著降低（这是因为单载波时域调制信号 PAPR 非常低），这将大大降低发射端的器件要求。此外，相比于

30

第一低频信道中 LTF 带来的 PAPR，修改后的 LTF 带来的 PAPR 变化不大，即可以保证修改后的 LTF 不明显地增加系统的 PAPR。

结合上述表 9，表 12 示意了不同参数下的第一低频信道中 LTF 带来的 PAPR（简称为低频 LTF 的 PAPR）与修改后的 LTF 带来的 PAPR（修改的 LTF 的 PAPR）。

5

表 12

第一高频信道的信道带宽	第一低频信道的信道带宽以及对应的协议		低频 LTF 的 PAPR	修改的 LTF 的 PAPR
540M	20M	802.11n/802.11ac	4.9	4.74
1080M	40M	802.11n/802.11ac	7.42	6.23
2160M	20M	802.11ax/802.11be	5.36	5.09
	80M	802.11ac	5.21	5.25
4320M	40M	802.11ax/802.11be	5.47	5.24
	160M	802.11ac	8.09	7.09
8640M	80M	802.11ax/802.11be	6.29	5.99

进一步的，在接收端侧，对第一 PPDU 进行解调具体包括：将第一 PPDU 中数据域的信号从时域信号转换为频域信号；并且基于第一载波间隔对第一 PPDU 中数据域的信号进行均衡处理；再将均衡处理后的第一 PPDU 中数据域的信号从频域信号转换为时域信号；以及对第一 PPDU 中数据域的导频信号进行处理。

10

本申请实施例中，在接收端设备侧，原本在 DFT 处理之后，在信道均衡之前还包括对导频信号的处理（导频信号的处理包括进行残余频偏和相位噪声的处理），当发送端设备中移除 IDFT 处理时，接收端设备在信道均衡之后进行 IDFT 处理，得到时域信号，之后，接收端设备再对导频信号进行处理。

15

相应地，本申请实施例提供一种发送端设备，本申请实施例中，可以根据上述方法示例对该发送端设备进行功能模块的划分，例如，可以对应各个功能划分各个功能模块，也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。需要说明的是，本发明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。

20

在采用对应各个功能划分各个功能模块的情况下，图 9 示出上述实施例中所涉及的发送端设备的一种可能的结构示意图。如图 9 所示，该发送端设备包括获取模块 901、调制模块 902 以及发送模块 903。其中，获取模块 901 用于获取第一载波间隔，该第一载波间隔是第一低频信道对应的第二载波间隔的 N 倍， $N>1$ ，例如执行上述方法实施例中的步骤 401。调制模块 902 用于基于第一载波间隔对待发送的高频物理层信号进行调制，生成第一 PPDU，例如执行上述方法实施例中的步骤 402。

25

发送模块 903 用于通过第一高频信道向接收端设备发送第一 PPDU，例如执行上述方法实施例中的步骤 403。

可选地，本申请实施例提供的发送端设备还包括控制模块 904；该控制模块 904

用于控制上述调制模块 902 在基于第一载波间隔对高频物理层信号进行调制的过程中，对高频物理层信号不做 IDFT；对于第一 PPDU 的 LTF，LTF 的信号中直流子载波和保护子载波承载的信号值为非 0 值。

上述发送端设备的各个模块还可以用于执行上述方法实施例中的其他动作，上述方法实施例涉及的各步骤的所有相关内容均可以援引到对应功能模块的功能描述，在此不再赘述。

在采用集成的单元的情况下，图 10 示出了上述实施例中所涉及的发送端设备的另一种可能的结构示意图。如图 10 所示，本申请实施例提供的发送端设备可以包括：处理模块 1001 和通信模块 1002。处理模块 1001 可以用于对该发送端设备的动作进行控制管理，例如，处理模块 1001 可以用于支持该发送端设备执行上述方法实施例中的步骤 401 至步骤 402，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。通信模块 1002 可以用于支持该发送端设备与其他网络实体的通信，例如支持该发送端设备执行上述方法实施例中的步骤 403。可选地，如图 10 所示，该发送端设备还可以包括存储模块 1003，用于存储该发送端设备的程序代码和数据。

其中，处理模块 1001 可以是处理器或控制器（例如可以是上述如图 3 所示的处理器 301），上述处理器也可以是实现计算功能的组合，例如包含一个或多个微处理器组合，DSP 和微处理器的组合等等。通信模块 1002 可以是收发器、收发电路或通信接口等（例如可以是上述如图 1 所示的通信接口 303）。存储模块 1003 可以是存储器（例如可以是上述如图 3 所示的存储器 302）。

当处理模块 1001 为处理器，通信模块 1002 为通信接口，存储模块 1003 为存储器时，处理器、收发器和存储器可以通过总线连接。总线可以是外设部件互连标准（peripheral component interconnect, PCI）总线或扩展工业标准结构（extended Industry standard architecture, EISA）总线等。总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。

上述发送端设备包含的模块实现上述功能的更多细节请参考前面各个方法实施例中的描述，在这里不再重复。

本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。

相应地，本申请实施例提供一种接收端设备，本申请实施例中，可以根据上述方法示例对该接收端设备进行功能模块的划分，例如，可以对应各个功能划分各个功能模块，也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。需要说明的是，本发明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。

在采用对应各个功能划分各个功能模块的情况下，图 11 示出上述实施例中所涉及的接收端设备的一种可能的结构示意图。如图 11 所示，该接收端设备包括获取模块 1101、接收模块 1102 以及解调模块 1103。其中，获取模块 1101 用于获取第一载波间隔，该第一载波间隔是第一低频信道对应的第二载波间隔的 N 倍， $N > 1$ ，例如执行上述方法实施例中的步骤 404。接收模块 1102 用于通过第一高频信道从发

送端设备接收第一 PPDU，第一 PPDU 为高频物理层信号，例如执行上述方法实施例中的步骤 403。解调模块 1103 用于基于第一载波间隔对第一 PPDU 进行解调，例如执行上述方法实施例中的步骤 405。

可选地，上述解调模块 1103 具体用于将第一 PPDU 中数据域的信号从时域信号转换为频域信号；并且基于第一载波间隔对第一 PPDU 中数据域的信号进行均衡处理；再将均衡处理后的第一 PPDU 中数据域的信号从频域信号转换为时域信号；以及对第一 PPDU 中数据域的导频信号进行处理。

上述接收端设备的各个模块还可以用于执行上述方法实施例中的其他动作，上述方法实施例涉及的各步骤的所有相关内容均可以援引到对应功能模块的功能描述，在此不再赘述。

在采用集成的单元的情况下，图 12 示出了上述实施例中所涉及的接收端设备的另一种可能的结构示意图。如图 12 所示，本申请实施例提供的接收端设备可以包括：处理模块 1201 和通信模块 1202。处理模块 1201 可以用于对该接收端设备的动作进行控制管理，例如，处理模块 1201 可以用于支持该接收端设备执行上述方法实施例中的步骤 404 至步骤 405，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。通信模块 1202 可以用于支持该接收端设备与其他网络实体的通信，例如支持该接收端设备执行上述方法实施例中的步骤 403。可选地，如图 12 所示，该接收端设备还可以包括存储模块 1203，用于存储该接收端设备的程序代码和数据。

其中，处理模块 1201 可以是处理器或控制器（例如可以是上述如图 3 所示的处理器 301），上述处理器也可以是实现计算功能的组合，例如包含一个或多个微处理器组合，DSP 和微处理器的组合等等。通信模块 1202 可以是收发器、收发电路或通信接口等（例如可以是上述如图 1 所示的通信接口 303）。存储模块 1203 可以是存储器（例如可以是上述如图 3 所示的存储器 302）。

当处理模块 1201 为处理器，通信模块 1202 为通信接口，存储模块 1203 为存储器时，处理器、收发器和存储器可以通过总线连接。总线可以是 PCI 总线或 EISA 总线等。总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。

上述接收端设备包含的模块实现上述功能的更多细节请参考前面各个方法实施例中的描述，在这里不再重复。

本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。

在上述实施例中，可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件程序实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。该计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行该计算机指令时，全部或部分地产生按照本申请实施例中的流程或功能。该计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络或者其他可编程装置。该计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输，例如，该计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线（例如同轴电缆、光纤、数字用户线（digital subscriber line, DSL））方式或无线（例如红外、无线、微波等）方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心传输。该计

算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包括一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。该可用介质可以是磁性介质（例如，软盘、磁盘、磁带）、光介质（例如，数字视频光盘（digital video disc, DVD））、或者半导体介质（例如固态硬盘（solid state drives, SSD））等。

5 通过以上的实施方式的描述，所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，仅以上述各功能模块的划分进行举例说明，实际应用中，可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成，即将装置的内部结构划分成不同的功能模块，以完成以上描述的全部或者部分功能。上述描述的系统，装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

10 在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统，装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述模块或单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

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

20 另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

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

30 以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何在本申请揭露的技术范围内的变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1.一种通信方法,其特征在于,应用于发送端设备,所述方法包括:

获取第一载波间隔,所述第一载波间隔是第一低频信道对应的第二载波间隔的 N 倍, $N>1$;

5 基于所述第一载波间隔对待发送的高频物理层信号进行调制,生成第一物理层协议数据单元 PPDU;

通过第一高频信道向接收端设备发送所述第一 PPDU。

2.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,

所述第一载波间隔的取值范围包括下述任一种: [3.55M, 4.03M]、[7.11M, 8.05M]、
10 [3.46M, 3.92M]、[6.92M, 7.85M]、[3.31M, 3.75M]、[6.61M, 7.5M]、[3.23M, 3.67M]、
[3.313M, 3.755M]、[7.19M, 7.98M]、[7.36M, 8.18M]、[3.6M, 4M]、[7.79M, 8.59M]、
或[3.85M, 4.25M], M 表示兆,是所述第一载波间隔的单位。

3.根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,

所述第一载波间隔的取值包括下述任一种: 3.75M、7.8125M、3.5156M、7.03125M、
15 7.93M、3.91M、8.2M 或 4.05M。

4.根据权利要求1至3任一项所述的方法,其特征在于,所述基于所述第一载波间隔对待发送的高频物理层信号进行调制,包括:

基于所述第一载波间隔对所述高频物理层信号进行调制的过程中,对于数据部分
20 的处理,对所述高频物理层信号不做离散傅里叶逆变换 IDFT;并且对于所述第一 PPDU
的长训练域 LTF,所述 LTF 的信号中直流子载波和保护子载波承载的信号值为非 0 值。

5.根据权利要求4所述的方法,其特征在于,

所述 LTF 的信号中,索引为-32、-31、-30、-29、0、29、30、31 的信号值依次为
-1、1、1、1、-1、-1、1、1; 或者

所述 LTF 的信号中,索引为-64、-63、-62、-61、-60、-59、-1、0、1、59、60、
25 61、62、63 的信号值依次为-1、1、1、-1、1、1、1、-1、1、-1、-1、1、-1、1; 或者

所述 LTF 的信号中,索引为-128、-127、-126、-125、-124、-123、-1、0、1、123、
124、125、126、127 的信号值依次为-1、-1、-1、1、1、1、-1、-1、1、-1、-1、1、1、
1; 或者

所述 LTF 的信号中,索引为-128、-127、-126、-125、-124、-123、-1、0、1、123、
30 124、125、126、127 的信号值依次为-1、-1、1、1、1、-1、-1、1、-1、-1、1、1、1、
-1; 或者

所述 LTF 的信号中,索引为-256、-255、-254、-253、-252、-251、-129、-128、
-127、-5、-4、-3、-2、-1、0、1、2、3、4、5、127、128、129、251、252、253、254、
255 的信号值依次为-1、-1、1、1、1、1、1、-1、1、-1、1、1、1、-1、-1、-1、-1、
35 -1、1、-1、1、-1、1、1、1、1、1; 或者

所述 LTF 的信号中,索引为-256、-255、-254、-253、-252、-251、-250、-249、
-248、-247、-246、-245、-2、-1、0、1、2、245、246、247、248、249、250、251、
252、253、254、255 的信号值依次为-1、1、-1、-1、1、-1、-1、-1、-1、-1、1、1、
-1、-1、-1、1、1、-1、-1、-1、1、-1、-1、-1、-1、-1、1、1; 或

所述 LTF 的信号中, 索引为 -512、-511、-510、-509、-508、-507、-506、-505、-504、-503、-502、-501、-2、-1、0、1、2、501、502、503、504、505、506、507、508、509、510、511 的信号值依次为 1、1、1、-1、-1、-1、-1、1、1、1、1、-1、-1、-1、1、-1、-1、-1、-1、1、-1、1、1、-1、1、1、-1、-1。

5 6. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于,

所述第一载波间隔通过下述方式确定:

确定所述第一高频信道的信道带宽中的高频有效带宽, 所述高频有效带宽包括数据子载波对应的带宽、导频子载波对应的带宽以及直流子载波对应的带宽;

10 根据所述高频有效带宽和所述第一低频信道的信道带宽对应的有效子载波的数量, 确定所述第一载波间隔。

7. 根据权利要求 3 所述的方法, 其特征在于,

所述第一载波间隔通过下述方式确定:

15 根据所述第一高频信道的信道带宽和所述第一低频信道的信道带宽, 确定所述第一高频信道承载的信号的样点速率; 所述样点速率为所述第一低频信道承载的信号的最小样点速率的 M 倍, M 为大于 1 的正整数;

根据所述样点速率和所述第一 PPDU 的离散傅里叶变换 DFT 大小, 确定所述第一载波间隔。

20 8. 根据权利要求 7 所述的方法, 其特征在于, 所述根据所述第一高频信道的信道带宽和所述第一低频信道的信道带宽, 确定所述第一高频信道承载的信号的样点速率, 包括:

确定所述第一高频信道的信道带宽中的高频有效带宽, 所述高频有效带宽包括数据子载波对应的带宽、导频子载波对应的带宽以及直流子载波对应的带宽;

根据所述高频有效带宽、所述第一低频信道的信道带宽对应的有效子载波的数量、所述第一 PPDU 的 DFT 大小, 确定所述第一高频信道承载的信号的样点速率。

25 9. 一种通信方法, 其特征在于, 应用于接收端设备, 所述方法包括:

获取第一载波间隔, 所述第一载波间隔是第一低频信道对应的第二载波间隔的 N 倍, $N > 1$;

通过第一高频信道从发送端设备接收第一物理层协议数据单元 PPDU, 所述第一 PPDU 为高频物理层信号;

30 基于所述第一载波间隔对所述第一 PPDU 进行解调。

10. 根据权利要求 9 所述的方法, 其特征在于,

所述第一载波间隔的取值范围包括下述任一种:

35 [3.55M, 4.03M]、[7.11M, 8.05M]、[3.46M, 3.92M]、[6.92M, 7.85M]、[3.31M, 3.75M]、[6.61M, 7.5M]、[3.23M, 3.67M]、[3.313M, 3.755M]、[7.19M, 7.98M]、[7.36M, 8.18M]、[3.6M, 4M]、[7.79M, 8.59M]、或 [3.85M, 4.25M], M 表示兆, 是所述第一载波间隔的单位。

11. 根据权利要求 9 或 10 所述的方法, 其特征在于,

所述第一载波间隔的取值包括下述任一种: 3.75M、7.8125M、3.5156M、7.03125M、7.93M、3.91M、8.2M 或 4.05M。

12.根据权利要求 9 至 11 任一项所述的方法，其特征在于，

在发送端设备对信号调制的过程中，对于数据部分的处理，对所述高频物理层信号未做离散傅里叶逆变换 IDFT，并且对于所述第一 PPDU 的长训练域 LTF，所述 LTF 的信号中直流子载波和保护子载波承载的信号值为非 0 值。

5 13.根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，

所述 LTF 的信号中，索引为-32、-31、-30、-29、0、29、30、31 的信号值依次为-1、1、1、1、-1、-1、1、1；或者

所述 LTF 的信号中，索引为-64、-63、-62、-61、-60、-59、-1、0、1、59、60、61、62、63 的信号值依次为-1、1、1、-1、1、1、1、-1、1、-1、-1、1、-1、1；或者

10 所述 LTF 的信号中，索引为-128、-127、-126、-125、-124、-123、-1、0、1、123、124、125、126、127 的信号值依次为-1、-1、-1、1、1、1、-1、-1、1、-1、-1、1、1、1；或者

所述 LTF 的信号中，索引为-128、-127、-126、-125、-124、-123、-1、0、1、123、124、125、126、127 的信号值依次为-1、-1、1、1、1、-1、-1、1、-1、-1、1、1、1、1；或者

15 所述 LTF 的信号中，索引为-256、-255、-254、-253、-252、-251、-129、-128、-127、-5、-4、-3、-2、-1、0、1、2、3、4、5、127、128、129、251、252、253、254、255 的信号值依次为-1、-1、1、1、1、1、1、-1、1、-1、1、1、1、-1、-1、-1、-1、-1、1、-1、1、-1、1、1、1、1、1、1；或者

20 所述 LTF 的信号中，索引为-256、-255、-254、-253、-252、-251、-250、-249、-248、-247、-246、-245、-2、-1、0、1、2、245、246、247、248、249、250、251、252、253、254、255 的信号值依次为-1、1、-1、-1、1、-1、-1、-1、-1、-1、-1、1、1、-1、-1、-1、1、1、-1、-1、-1、1、-1、-1、-1、-1、-1、1、1；或

25 所述 LTF 的信号中，索引为-512、-511、-510、-509、-508、-507、-506、-505、-504、-503、-502、-501、-2、-1、0、1、2、501、502、503、504、505、506、507、508、509、510、511 的信号值依次为 1、1、1、-1、-1、-1、-1、1、1、1、1、-1、-1、-1、1、-1、-1、-1、-1、-1、1、-1、1、1、-1、1、1、-1、-1。

14.根据权利要求 12 或 13 所述的方法，其特征在于，所述基于所述第一载波间隔对所述第一 PPDU 进行解调，包括：

30 基于所述第一载波间隔将所述第一 PPDU 由模拟信号转换为数字信号；

将所述第一 PPDU 中数据域的信号从时域信号转换为频域信号；

对所述第一 PPDU 中数据域的信号进行均衡处理；

将均衡处理后的第一 PPDU 中数据域的信号从频域信号转换为时域信号；

对所述第一 PPDU 中数据域的导频信号进行处理。

35 15.根据权利要求 9 或 10 所述的方法，其特征在于，

所述第一载波间隔通过下述方式确定：

确定所述第一高频信道的信道带宽中的高频有效带宽，所述高频有效带宽包括数据子载波对应的带宽、导频子载波对应的带宽以及直流子载波对应的带宽；

根据所述高频有效带宽和所述第一低频信道的信道带宽对应的有效子载波的数量，

确定所述第一载波间隔。

16.根据权利要求 11 所述的方法,其特征在于,

所述第一载波间隔通过下述方式确定:

- 5 根据所述第一高频信道的信道带宽和所述第一低频信道的信道带宽,确定所述第一高频信道承载的信号的样点速率;所述样点速率为所述第一低频信道承载的信号的最小样点速率的 M 倍, M 为大于 1 的正整数;

根据所述样点速率和所述第一 PPDU 的离散傅里叶变换 DFT 大小,确定所述第一载波间隔。

- 10 17.根据权利要求 16 所述的方法,其特征在于,所述根据所述第一高频信道的信道带宽和所述第一低频信道的信道带宽,确定所述第一高频信道承载的信号的样点速率,包括:

确定所述第一高频信道的信道带宽中的高频有效带宽,所述高频有效带宽包括数据子载波对应的带宽、导频子载波对应的带宽以及直流子载波对应的带宽;

- 15 根据所述高频有效带宽、所述第一低频信道的信道带宽对应的有效子载波的数量、所述第一 PPDU 的 DFT 大小,确定所述第一高频信道承载的信号的样点速率。

18.一种发送端设备,其特征在于,包括:获取模块、调制模块以及发送模块;

所述获取模块,用于获取第一载波间隔,所述第一载波间隔是第一低频信道对应的第二载波间隔的 N 倍, $N>1$;

- 20 所述调制模块,用于基于所述第一载波间隔对待发送的高频物理层信号进行调制,生成第一物理层协议数据单元 PPDU;

所述发送模块,用于通过第一高频信道向接收端设备发送所述第一 PPDU。

19.根据权利要求 18 所述的发送端设备,其特征在于,所述发送端设备还包括控制模块;

- 25 所述控制模块,用于控制所述调制模块基于所述第一载波间隔对所述高频物理层信号进行调制的过程中,对于数据部分的处理,对所述高频物理层信号不做离散傅里叶逆变换 IDFT;并且对于所述第一 PPDU 的长训练域 LTF,所述 LTF 的信号中直流子载波和保护子载波承载的信号值为非 0 值。

20.一种接收端设备,其特征在于,包括:获取模块、接收模块以及解调模块;

- 30 所述获取模块,用于获取第一载波间隔,所述第一载波间隔是第一低频信道对应的第二载波间隔的 N 倍, $N>1$;

所述接收模块,用于通过第一高频信道从发送端设备接收第一物理层协议数据单元 PPDU,所述第一 PPDU 为高频物理层信号;

所述解调模块,用于基于所述第一载波间隔对所述第一 PPDU 进行解调。

21.根据权利要求 20 所述的接收端设备,其特征在于,

- 35 所述解调模块,具体用于基于所述第一载波间隔将所述第一 PPDU 由模拟信号转换为数字信号;并将所述第一 PPDU 中数据域的信号从时域信号转换为频域信号;以及对所述第一 PPDU 中数据域的信号进行均衡处理;再将均衡处理后的第一 PPDU 中数据域的信号从频域信号转换为时域信号;进而对所述第一 PPDU 中数据域的导频信号进行处理。

22.一种发送端设备，其特征在于，包括存储器和与所述存储器连接的至少一个处理器，所述存储器用于存储指令，所述指令被至少一个处理器读取后，执行如权利要求 1 至 8 任一项所述的方法。

5 23.一种接收端设备，其特征在于，包括存储器和与所述存储器连接的至少一个处理器，所述存储器用于存储指令，所述指令被至少一个处理器读取后，执行如权利要求 9 至 17 任一项所述的方法。

24.一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行以实现权利要求 1 至 8 任一项所述的方法。

10 25.一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行以实现权利要求 9 至 17 任一项所述的方法。

26.一种通信系统，其特征在于，包括如权利要求 18 或 19 所述的发送端设备和权利要求 20 或 21 所述的接收端设备；或者，所述通信系统包括如权利要求 22 所述的发送端设备和如权利要求 23 所述的接收端设备。