

通信方法及装置

本申请要求在 2023 年 09 月 28 日提交中国国家知识产权局、申请号为 202311291495.3 的中国专利申请中的优先权，发明名称为“通信方法及装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及一种通信方法及装置。

背景技术

无线局域网(wireless local area network, WLAN)从 802.11a/g 开始,历经了 802.11n、802.11ac、802.11ax, 以及 802.11be、802.11bn。802.11n 标准的名称又称为高吞吐率 (high throughput, HT), 802.11ac 标准的名称又称为非常高吞吐率 (very high throughput, VHT), 802.11ax 标准 (Wi-Fi 6) 的名称又称为高效 (high efficient, HE), 802.11be (Wi-Fi 7) 标准的名称又称为极高吞吐率 (Extremely High Throughput, EHT), 802.11bn (Wi-Fi 8) 标准的名称又称为超高可靠性 (ultra high reliability, UHR)。对于 HT 之前的标准, 如 802.11a/b/g 等统称为非高吞吐率 (Non-HT)。

从 802.11ax 开始, 引入了资源单元 (resourceunit, RU) 的概念, 接入点 (accesspoint, AP) 可以同时与多个站点 (station, STA) 进行通信。以 80MHz 带宽为例, 11ax 中规定的 RU 划分包括 26-tone, 52-tone, 106-tone, 242-tone, 484-tone 和 996-tone, 对于 160MHz PPDU, 有 2x996-tone。11be 中引入了 320MHz 的带宽和多资源单元 (multipleresourceunit, MRU) 的概念, 定义了相应的 RU 和多个 MRU: 52+26-tone, 106+26-tone, 484+242-tone, 996+484-tone, 996+484+242-tone, 2x996+484-tone, 3x996-tone, 3x996+484-tone, 4x996-tone。不同的 RU/MRU 中的数据子载波的总个数 (如 N_{SD}) 是不同的, 上述标准中还为每个 RU/MRU 定义了与之对应的 $N_{SD,short}$, 该参数可以用于前向纠错编码 (forward error code, FEC) 前 (pre-FEC) 填充 (pre-FEC padding)。

目前定义的 $N_{SD,short}$ 的值会使得编译码效率较低。

发明内容

本申请实施例提供一种通信方法及装置, 有效减少了编译码时间, 提高了编译码效率。

第一方面, 本申请实施例提供一种通信方法, 所述方法应用于第一通信装置, 所述第一通信装置可以包括 WLAN 设备或设置于 WLAN 设备中的芯片或功能模块等, 所述方法包括:

生成物理层 (physicallayer, PHY) 协议数据单元 (PHY protocol data unit, PPDU), 所述 PPDU 对应于至少一个目标用户, 所述 PPDU 包括对应于所述目标用户的数据字段, 所述目标用户对应的参数 $N_{SD,short}$ 是由用于传输所述数据字段的资源单元 (resourceunit, RU) 或多资源单元 (multipleresourceunit, MRU) 以及所述数据字段的调制编码策略 (modulation and coding scheme, MCS) 确定的, $N_{SD,short} \leq \frac{1}{N} \times N_{SD}$, 或者, $N_{SD,short} \geq \frac{1}{N} \times N_{SD}$, 或者, $|N_{SD,short} - \frac{1}{N} N_{SD}| \leq \varepsilon$, $\varepsilon \leq \frac{M}{2}$; 其中, 所述参数 N_{SD} 的值等于用于传输所述数据字段的 RU 或 MRU 中数据子载波的总个数, 所述参数 N_{SD} 的值大于 3920, 所述参数 $N_{SD,short}$ 用于表示 N 个分段中第一个分段对应的数据子载波的个数, 所述 N 的值与所述数据字段占用的最后一个 OFDM 符号划分的片段数相同, 所述 N 为正整数, M 为正整数; 发送所述 PPDU。

本申请实施例中, 第一通信装置通过采用符合上述特性的参数 $N_{SD,short}$ 来生成 PPDU, 可以有效地减少其编码的时间, 以及减少第二通信装置解码的时间, 从而提高了编译码效率。

第二方面, 本申请实施例提供一种通信方法, 所述方法应用于第二通信装置, 所述第二通信装置可以包括 WLAN 设备或设置于 WLAN 设备中的芯片或功能模块等, 所述方法包括:

接收物理层协议数据单元 PPDU, 所述 PPDU 对应于至少一个目标用户, 所述 PPDU 包括对应于所述目标用户的数据字段, 所述目标用户对应的参数 $N_{SD,short}$ 是由用于传输所述数据字段的资源单元 RU 或多资源单元 MRU 以及所述数据字段的调制编码策略 MCS 确定的, $N_{SD,short} \leq \frac{1}{N} \times N_{SD}$, 或者, $N_{SD,short} \geq \frac{1}{N} \times N_{SD}$, 或者, $|N_{SD,short} - \frac{1}{N} N_{SD}| \leq \varepsilon$, $\varepsilon \leq \frac{M}{2}$; 其中, 所述参数 N_{SD} 的值等于用于传输所述数据字段的 RU 或 MRU 中数据子载波的总个数, 所述参数 N_{SD} 的值大于 3920, 所述参数 $N_{SD,short}$ 用于表示 N 个分段中第一个分段对应的数据子载波的个数, 所述 N 的值与所述数据字段占用的最后一个 OFDM 符号划分的片段数相同, 所述 N 为正整数, M 为正整数; 解析所述 PPDU。

结合第一方面或第二方面，在一种可能的实现方式中，N个分段中的第一个分段至第N-1个分段中每个分段所对应的数据子载波的个数相同。

结合第一方面或第二方面，在一种可能的实现方式中，N=4，M=6，MCS的索引为y~z时，用于传输所述数据字段的RU或MRU与所述 $N_{SD,short}$ 之间满足如下关系：

RU 或 MRU 尺寸	$N_{SD,short}$ 的值
4x996+484 个子载波	1092
5x996 个子载波	1224
5x996+484 个子载波	1338
6x996 个子载波	1470
6x996+484 个子载波	1584
7x996 个子载波	1710
7x996+484 个子载波	1830
8x996 个子载波	1956

其中，y和z用于标识所述MCS的索引，y、z均为大于或等于0的整数。

结合第一方面或第二方面，在一种可能的实现方式中，所述 $N_{SD,short}$ 与所述 N_{SD} 之间满足如下关系：

$$N_{SD,short} = \text{floor}(N_{SD} \div N \div M) \times M$$

其中，floor(x)表示对x向下取整， $x = N_{SD} \div N \div M$ ，M为正整数。

结合第一方面或第二方面，在一种可能的实现方式中，N=4，M=6，MCS的索引为y~z时，用于传输所述数据字段的RU或MRU与所述 $N_{SD,short}$ 之间满足如下关系：

RU 或 MRU 尺寸	$N_{SD,short}$ 的值
4x996+484 个子载波	1098
5x996 个子载波	1230
5x996+484 个子载波	1344
6x996 个子载波	1470
6x996+484 个子载波	1590
7x996 个子载波	1716
7x996+484 个子载波	1836
8x996 个子载波	1962

其中，y和z用于标识所述MCS的索引，y、z均为大于或等于0的整数。

结合第一方面或第二方面，在一种可能的实现方式中，所述 $N_{SD,short}$ 与所述 N_{SD} 之间满足如下关系：

$$N_{SD,short} = \text{ceil}(N_{SD} \div N \div M) \times M$$

其中，ceil(x)表示对x向上取最小整数， $x = N_{SD} \div N \div M$ ，M为正整数。

结合第一方面或第二方面，在一种可能的实现方式中，N=4，M=6，MCS的索引为y~z时，用于传输所述数据字段的RU或MRU与所述 $N_{SD,short}$ 之间满足如下关系：

RU 或 MRU 尺寸	$N_{SD,short}$ 的值
4x996+484 个子载波	1098
5x996 个子载波	1224
5x996+484 个子载波	1344
6x996 个子载波	1470
6x996+484 个子载波	1590
7x996 个子载波	1716
7x996+484 个子载波	1830
8x996 个子载波	1962

其中，y和z用于标识所述MCS的索引，y、z均为大于或等于0的整数。

结合第一方面或第二方面，在一种可能的实现方式中，所述 $N_{SD,short}$ 与所述 N_{SD} 之间满足如下关系：

$$N_{SD,short} = \text{round}(N_{SD} \div N \div M) \times M$$

其中，round(x)表示对x四舍五入， $x = N_{SD} \div N \div M$ 。

结合第一方面或第二方面，在一种可能的实现方式中，其特征在于，y=0，z=13。

结合第一方面或第二方面，在一种可能的实现方式中，所述用于传输所述PPDU的带宽为480MHz或

640MHz。

第三方面，本申请实施例提供一种通信方法，所述方法应用于第一通信装置，所述第一通信装置可以包括 WLAN 设备或设置于 WLAN 设备中的芯片或功能模块等，所述方法包括：

发送物理层协议数据单元 PPDU，所述 PPDU 对应于至少一个目标用户，所述 PPDU 包括对应于所述目标用户的数据字段，所述目标用户对应的参数 $N_{SD,short}$ 是由用于传输所述数据字段的资源单元 RU 或多资源单元 MRU 以及所述数据字段的调制编码策略 MCS 确定的所述参数 N_{SD} 的值等于用于传输所述数据字段的 RU 或 MRU 中数据子载波的总个数，所述参数 $N_{SD,short}$ 用于表示 N 个分段中第一个分段对应的数据子载波的个数，所述数据字段的 RU 或 MRU 尺寸与所述参数 $N_{SD,short}$ 的值之间满足如下任一个表格中的任一行所指示的关系：

RU 或 MRU 尺寸	$N_{SD,short}$ 的值
4x996+484 个子载波	1092
5x996 个子载波	1224
5x996+484 个子载波	1338
6x996 个子载波	1470
6x996+484 个子载波	1584
7x996 个子载波	1710
7x996+484 个子载波	1830
8x996 个子载波	1956

或者，

RU 或 MRU 尺寸	$N_{SD,short}$ 的值
4x996+484 个子载波	1098
5x996 个子载波	1230
5x996+484 个子载波	1344
6x996 个子载波	1470
6x996+484 个子载波	1590
7x996 个子载波	1716
7x996+484 个子载波	1836
8x996 个子载波	1962

或者，

RU 或 MRU 尺寸	$N_{SD,short}$ 的值
4x996+484 个子载波	1098
5x996 个子载波	1224
5x996+484 个子载波	1344
6x996 个子载波	1470
6x996+484 个子载波	1590
7x996 个子载波	1716
7x996+484 个子载波	1830
8x996 个子载波	1962

或者，

RU 或 MRU 尺寸	$N_{SD,short}$ 的值
4x996+484 个子载波	1104
5x996 个子载波	1224
5x996+484 个子载波	1344
6x996 个子载波	1476
6x996+484 个子载波	1596
7x996 个子载波	1716
7x996+484 个子载波	1836
8x996 个子载波	1968

或者，

RU 或 MRU 尺寸	$N_{SD,short}$ 的值
4x996+484 个子载波	1104
5x996 个子载波	1230
5x996+484 个子载波	1350
6x996 个子载波	1476
6x996+484 个子载波	1596
7x996 个子载波	1722
7x996+484 个子载波	1842
8x996 个子载波	1968

第四方面，本申请实施例提供一种通信方法，所述方法应用于第二通信装置，所述第二通信装置可以包括 WLAN 设备或设置于 WLAN 设备中的芯片或功能模块等，所述方法包括：

接收物理层协议数据单元 PPDU，所述 PPDU 对应于至少一个目标用户，所述 PPDU 包括对应于所述目标用户的数据字段，所述目标用户对应的参数 $N_{SD,short}$ 是由用于传输所述数据字段的资源单元 RU 或多资源单元 MRU 以及所述数据字段的调制编码策略 MCS 确定的，所述参数 $N_{SD,short}$ 用于表示 N 个分段中第一个分段对应的数据子载波的个数，所述参数 N_{SD} 的值等于用于传输所述数据字段的 RU 或 MRU 中数据子载波的总个数，所述数据字段的 RU 或 MRU 尺寸与所述参数 $N_{SD,short}$ 的值之间满足如第三方面所示的任一表格中的任一行所指示的关系。

第五方面，本申请实施例提供一种第一通信装置，用于执行第一方面或任意可能的实现方式中的方法。该第一通信装置包括具有执行第一方面、第三方面或任意可能的实现方式中的方法的模块。

第六方面，本申请实施例提供一种第二通信装置，用于执行第二方面或任意可能的实现方式中的方法。该第二通信装置包括具有执行第二方面、第四方面或任意可能的实现方式中的方法的模块。

第七方面，本申请实施例提供一种第一通信装置，该第一通信装置包括处理器，用于执行上述第一方面、第三方面或任意可能的实现方式所示的方法。该处理器用于执行存储器中存储的程序，当该程序被执行时，上述第一方面或任意可能的实现方式所示的方法被执行。

在一种可能的实现方式中，存储器位于上述第一通信装置之外。

在一种可能的实现方式中，存储器位于上述第一通信装置之内。

本申请实施例中，处理器和存储器还可以集成于一个器件中，即处理器和存储器还可以被集成在一起。示例性的，第一通信装置可以为芯片。

在一种可能的实现方式中，第一通信装置还包括收发器，该收发器，用于接收信息或发送信息（如 PPDU）。

第八方面，本申请实施例提供一种第二通信装置，该第二通信装置包括处理器，用于执行上述第二方面、第四方面或任意可能的实现方式所示的方法。该处理器用于执行存储器中存储的程序，当该程序被执行时，上述第二方面、第四方面或任意可能的实现方式所示的方法被执行。

在一种可能的实现方式中，存储器位于上述第二通信装置之外。

在一种可能的实现方式中，存储器位于上述第二通信装置之内。

在本申请实施例中，处理器和存储器还可以集成于一个器件中，即处理器和存储器还可以被集成在一起。示例性的，第二通信装置可以为芯片。

在一种可能的实现方式中，第二通信装置还包括收发器，该收发器，用于接收信息（如 PPDU）或发送信息。

第九方面，本申请实施例提供一种第一通信装置，该第一通信装置包括逻辑电路和接口，所述逻辑电路和所述接口耦合；所述接口用于输入和/或输出信息，所述逻辑电路用于执行如第一方面、第三方面或任意一种可能的实现方式所述的方法。

在一种可能的实现方式中，所述接口用于输出信息包括：所述接口用于输出 PPDU。示例性的，所述逻辑电路，用于生成 PPDU。

第十方面，本申请实施例提供一种第二通信装置，该第二通信装置包括逻辑电路和接口，所述逻辑电路和所述接口耦合；所述接口用于输入和/或输出信息，所述逻辑电路用于执行如第二方面、第四方面或任意一种可能的实现方式所述的方法。

在一种可能的实现方式中，所述接口用于输入信息包括：所述接口用于输入 PPDU。示例性的，所述逻辑电路，用于解析 PPDU。

第十一方面，本申请实施例提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质用于存储计算机程序，当其在计算机上运行时，使得上述第一方面、第二方面、第三方面、第四方面或任意可能的实现方式所示的方法被执行。

第十二方面，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括计算机程序或计算机代码，当其在计算机上运行时，使得上述第一方面、第二方面、第三方面、第四方面或任意可能的实现方式所示的方法被执行。

第十三方面，本申请实施例提供一种计算机程序，该计算机程序在计算机上运行时，上述第一方面、第二方面、第三方面、第四方面或任意可能的实现方式所示的方法被执行。

第十四方面，本申请实施例提供一种通信系统，该通信系统包括第一通信装置和第二通信装置。

在一种可能的实现方式中，所述第一通信装置用于执行上述第一方面或第一方面的任意可能的实现方式所示的方法，所述第二通信装置用于执行上述第二方面或第二方面的任意可能的实现方式所示的方法。

在一种可能的实现方式中，所述第一通信装置用于执行上述第三方面或第三方面的任意可能的实现方式所示的方法，所述第二通信装置用于执行上述第四方面或第四方面的任意可能的实现方式所示的方法。

附图说明

图1是本申请实施例提供的一种通信系统的架构示意图；

图2是本申请实施例提供的一种通信方法的流程示意图；

图3是本申请实施例提供的目标用户对应的数据字段的最后一个正交频分复用（orthogonal frequency division multiplexing, OFDM）符号的分段划分示意图；

图4是本申请实施例提供的目标用户对应的数据字段的最后一个 OFDM 符号的分段划分示意图；

图5a是本申请实施例提供的 PPDU 的一种传输模式示意图；

图5b是本申请实施例提供的 PPDU 的另一种传输模式示意图；

图5c是本申请实施例提供的 PDU 的又一种传输模式示意图；

图5d是本申请实施例提供的 PPDU 的又一种传输模式示意图；

图6是本申请实施例提供的目标用户对应的数据字段的最后一个 OFDM 符号的填充过程示意图；

图7a是本申请实施例提供的一种仿真结果示意图；

图7b是本申请实施例提供的另一种仿真结果示意图；

图8是本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图；

图9是本申请实施例提供的另一种通信装置的结构示意图；

图10是本申请实施例提供的又一种通信装置的结构示意图。

具体实施方式

为便于理解本申请的技术方案，下面将结合附图对本申请作进一步地描述。

本申请的说明书、权利要求书及附图中的术语“第一”和“第二”等仅用于区别不同对象，而不是用于描述特定顺序。此外，术语“包括”和“具有”以及它们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备等，没有限定于已列出的步骤或单元，而是可选地还包括没有列出的步骤或单元等，或可选地还包括对于这些过程、方法、产品或设备等固有的其它步骤或单元。

在本文中提及的“实施例”意味着，结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例，也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员可以显式地和隐式地理解的是，本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合。

在本申请中，“至少一个（项）”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上，“至少两个（项）”是指两个或三个及三个以上，“和/或”，用于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：只存在A，只存在B以及同时存在A和B三种情况，其中A，B可以是单数或者复数。“或”表示可以存在两种关系，如只存在A、只存在B；在A和B互不排斥时，也可以表示存在三种关系，如只存在A、只存在B、同时存在A和B。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“以下至少一项(个)”或其类似表达，是指这些项中的任意组合。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”。

本申请实施例提供一种通信方法及装置，可以有效减少第一通信装置的编码时间，以及第二通信装置的译码时间，提高编译码效率。

以下介绍本申请实施例涉及的通信系统。

本申请实施例提供的技术方案可以应用于 WLAN 系统，如 Wi-Fi 等。如本申请实施例提供的方法可以适用于 IEEE 802.11 系列协议，例如 802.11be 协议、802.11bn 协议或 802.11bn 协议的下一代的协议等，不再一一列举。本申请实施例提供的技术方案还可以应用于基于毫米波（millimeter wave, MMW），超宽带（ultra wideband, UWB）技术的无线个人局域网（wireless personal area network, WPAN）。如本申请实施例提供的方法可以适用于 IEEE802.15 系列协议，例如 802.15.4a 协议、802.15.4z 协议或 802.15.4ab 协议，或者未来某代 UWB WPAN 协议等，不再一一列举。本申请实施例提供的技术方案还可以应用于如下通信系统，例如，可以是物联网（internet of things, IoT）系统，车联网（vehicle to X, V2X），窄带物联网（narrow band internet of things, NB-IoT）系统，长期演进（long term evolution, LTE）系统，第五代（5th-generation, 5G）通信系统，以及未来通信发展中出现的新的通信系统等。

WLAN 系统可以提供高速率低时延的传输，随着 WLAN 应用场景的不断演进，WLAN 系统将会应用于更多场景或产业中，比如，应用于物联网产业，应用于车联网产业或应用于银行业，应用于企业办公，体育场馆展馆，音乐厅，酒店客房，宿舍，病房，教室，商超，广场，街道，生成车间和仓储等。当然，支持 WLAN 通信或感知的设备（比如接入点或站点）可以是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（比如增强现实（augmented reality, AR），虚拟现实（virtual reality, VR）等可穿戴设备），智能办公中的智能设备（比如，打印机，投影仪，扩音器，音响等），车联网中的车联网设备，日常生活场景中的基础设施（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），以及大型体育以及音乐场馆的设备等。

虽然本申请实施例主要以 WLAN 为例，尤其是应用于 IEEE 802.11 系列标准的网络。本申请实施例可以支持 Wi-Fi 8，又可称为超高可靠性（ultra high reliability, UHR）或超高可靠性和吞吐率（ultra high reliability and throughput, UHRT），此处不再一一列举。本申请实施例涉及的各个方面可以扩展到采用各种标准或协议的其它网络。例如，蓝牙（bluetooth），高性能无线 LAN（high performance radio LAN, HIPERLAN）（一种与 IEEE 802.11 标准类似的无线标准，主要在欧洲使用）以及广域网（wide area network, WAN）或其它现在已知或以后发展起来的网络。

在一种可能的实现方式中，本申请实施例提供的方法可以由通信系统中的通信装置实现。例如，该通信装置可以是接入点（access point, AP）或站点（station, STA）。

AP 是一种具有无线通信功能的装置，支持采用 WLAN 协议进行通信或感知，具有与 WLAN 网络中其他设备（比如 non-AP STA 或其他接入点）通信或感知的功能，当然，还可以具有与其他设备通信或感知的功能。或者，接入点相当于一个连接有线网和无线网的桥梁，主要作用是将各个无线网络客户端连接在一起，然后将无线网络接入以太网。在 WLAN 系统中，接入点可以称为接入点站点（AP STA）。该具有无线通信功能的装置可以作为一个整机的设备，还可以是安装在整机设备中的芯片、处理系统或功能模块等，安装这些芯片或处理系统或功能模块的设备可以在芯片或处理系统或功能模块的控制下，实现本申请实施例的方法和功能等。本申请实施例中的 AP 是为 non-AP STA 提供服务的装置，可以支持 802.11 系列协议或后续协议等。例如，接入点可以为终端（如手机）进入有线（或无线）网络的接入点，主要部署于家庭、大楼内部以及园区内部，典型覆盖半径为几十米至上百米，当然，也可以部署于户外。又例如，AP 可以为通信服务器、路由器、交换机、网桥等通信实体；AP 可以包括各种形式的宏基站，微基站，中继站等。当然 AP 也可以为上述各种形式的设备中的芯片或处理系统或模块，从而实现本申请实施例的方法和功能。

STA 是一种具有无线通信功能的装置，支持采用 WLAN 协议进行通信或感知，具有与 WLAN 网络中的其他 non-AP STA 或接入点通信或感知的能力。在 WLAN 系统中，站点可以称为非接入点站点（non-access point station, non-AP STA）。例如，STA 是允许用户与 AP 通信或感知进而与 WLAN 通信的任何用户通信设备，该具有无线通信功能的装置可以作为一个整机的设备，还可以是安装在整机设备中的芯片或处理系统或功能模块等，安装这些芯片或处理系统或功能模块的设备可以在芯片或处理系统或功能模块的控制下，实现本申请实施例的方法和功能。例如，STA 可以为无线通讯芯片、无线传感器或无线通信终端等，也可称为用户。又例如，STA 可以为支持 Wi-Fi 通讯功能的移动电话、支持 Wi-Fi 通讯功能的平板电脑、支持 Wi-Fi 通讯功能的机顶盒、支持 Wi-Fi 通讯功能的智能电视、支持 Wi-Fi 通讯功能的智能可穿戴设备、支

持 Wi-Fi 通讯功能的车载通信设备和支持 Wi-Fi 通讯功能的计算机等。当然, STA 也可以为上述各种形式的设备中的芯片或处理系统或模块, 从而实现本申请实施例的方法和功能。

示例性的, 本申请实施例提供的方法可以应用的通信系统可以包括接入点和站点。例如, 本申请实施例可以适用于 WLAN 中 AP 与 STA 之间、AP 与 AP 之间、或 STA 与 STA 之间通信或感知的场景, 本申请实施例对此不作限定。可选地, AP 可以与单个 STA 通信或感知, 或者, AP 同时与多个 STA 通信或感知。具体地, AP 与多个 STA 通信或感知又可以分为 AP 同时给多个 STA 发送信号的下行传输, 多个 STA 向 AP 发送信号的上行传输。其中, AP 和 STA 之间、AP 与 AP 之间、STA 与 STA 之间可以支持 WLAN 通信协议, 该通信协议可以包括 IEEE802.11 系列的协议, 比如可以适用于 802.11n/802.11ac/802.11ax/802.11be/802.11bn 协议, 当然也同样适用于 802.11bn 以后的协议。

图 1 是本申请实施例提供的一种通信系统的架构示意图。该通信系统可以包括一个或多个 AP 以及一个或多个 STA。图 1 中示出了一个接入点如 AP1, 以及三个站点如 STA1、STA2 和 STA3。示例性的, 本申请实施例提供的方法可以适用于一个 AP 与一个或多个 STA 之间的数据通信(如图 1 所示的 AP1 与 STA1 之间的通信, 或者, AP1 与 STA1、STA2 之间的通信), 或者, 适用于 AP 与 AP 之间的通信(如图 1 所示的 AP1 与 AP2 之间的通信), 或者, 适用于 STA 与 STA 之间的通信(如图 1 所示的 STA2 与 STA3 之间的通信)。本申请实施例所提供的方法可以适用于但不限于: 单用户的上/下行传输、多用户的上/下行传输、车与任何事物(vehicle-to-everything, V2X, X 可以代表任何事物)、设备到设备(device-to-device, D2D)。例如, 该 V2X 可以包括: 车辆到车辆(vehicle to vehicle, V2V), 车辆与基础设施(vehicle to infrastructure, V2I)、车辆与行人之间的通信(vehicle to pedestrian, V2P) 或车辆与网络(vehicle to network, V2N) 通信等。

可理解, 图 1 中以 STA 为手机、AP 为路由器作为一种示例, 并不表示对本申请实施例中的 AP、STA 类型进行限定。同时, 图 1 仅示例性的示出了一个 AP 和三个 STA, 但是该 AP 或 STA 的数量还可以更多或更少, 本申请实施例对此不作限定。

从发送 PPDU 和接收 PPDU 的不同角度而言, 下文所示的第一通信装置可以理解为发送 PPDU 的通信装置, 第二通信装置可以理解为接收 PPDU 的通信装置。作为一个示例, 第一通信装置和第二通信装置可以为设置于不同 Wi-Fi 设备中的 Wi-Fi 芯片或功能模块或处理系统等。作为另一个示例, 第一通信装置可以为 AP, 第二通信装置可以为 STA。作为又一个示例, 第一通信装置和第二通信装置可以均为 STA 或均为 AP。作为又一个示例, 第一通信装置可以为 STA, 第二通信装置可以为 AP。作为又一个示例, 第一通信装置和第二通信装置中的至少一项可以为多链路设备(multi-link device, MLD)等, 本申请实施例不再一一列举。示例性的, 多链路设备(multi-link device, MLD)是指该设备同时具有多个站点(如 AP 或 non-AP STA), 分别工作在不同频段或信道上。多链路设备包括多个隶属的站点, 隶属的站点可以是物理上的站点, 也可以是逻辑上的站点, 每个站点可以工作在一条链路或一个频段或一个信道上等。上述隶属的站点可以为 AP 或 non-AP STA。多链路设备(如 non-AP MLD 或 AP MLD)可以为具有无线通信功能的通信装置。该通信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或模块等, 安装这些芯片或处理系统或模块的设备可以在这些芯片或处理系统或模块的控制下, 实现本申请实施例的方法和功能。多链路设备可以遵循 802.11 系列协议实现无线通信, 从而实现与其他设备的通信。此处所示的其他设备可以是多链路设备, 也可以不是多链路设备。多链路设备工作的频段可以包括但不限于: sub 1GHz, 2.4GHz, 5GHz, 6GHz 等, 此处不再一一列举。

可理解, 本申请实施例是以第一通信装置和第二通信装置两侧来描述本申请实施例提供的方法的, 但是该第一通信装置和第二通信装置在传输 PPDU 的过程中, 还可以通过其他装置转发 PPDU, 如通过转发装置来转发第一通信装置和第二通信装置之间的 PPDU, 本申请实施例对于第一通信装置和第二通信装置之外的其他装置不作限定。

图 2 是本申请实施例提供的一种通信方法的流程示意图。该方法中涉及的第一通信装置和第二通信装置的相关说明可以参考图 1, 此处不再详述。如图 2 所示, 该方法包括:

201、第一通信装置生成 PPDU, 该 PPDU 对应于至少一个目标用户, 该 PPDU 包括对应于目标用户的数据字段, 该目标用户对应的参数 $N_{SD,short}$ 是由用于传输数据字段的 RU/MRU 以及数据字段的 MCS 确定的。

上述参数 N_{SD} 的值等于用于传输数据字段的 RU/MRU 中数据子载波的总个数, 参数 N_{SD} 的值大于 3920, 参数 $N_{SD,short}$ 用于表示 N 个分段中第一个分段对应的数据子载波的个数。示例性的, $N_{SD,short} \leq \frac{1}{N} \times N_{SD}$,

或者, $N_{SD,short} \geq \frac{1}{N} \times N_{SD}$, 或者, $|N_{SD,short} - \frac{1}{N} N_{SD}| \leq \varepsilon$, $\varepsilon \leq \frac{M}{2}$; 其中, N 的值与数据字段占用的最后一个 OFDM 符号划分的片段数相同, N 为正整数, M 为正整数。以下详细说明:

该 PPDU 可以对应至少一个目标用户, 或者, 该 PPDU 可以承载有需要传输给至少一个目标用户的物理层服务数据单元 (physical layer service data unit, PSDU), 或者, 该 PPDU 可以承载有第一通信装置需要发送给至少一个目标用户的 PSDU, 或者, 至少一个目标用户需要从上述 PPDU 中接收各自的 PSDU。示例性的, 第二通信装置可以为至少一个目标用户中的一个目标用户。第一通信装置通过对 PSDU 进行填充, 以及编码后可以形成 PPDU 中的数据字段, 因此该 PPDU 可以包括对应于每个目标用户的数据字段。基于目标用户与数据字段之间的关系, 下文在涉及具体例子时均以目标用户为例进行描述。

第一通信装置生成 PPDU 的过程中包括 Pre-FEC PHY 填充或 Pre-FEC MAC 层填充, 可以应用于 FEC 编码之前。第一通信装置生成 PPDU 的过程中还可以包括 FEC 后物理层填充 (post-FEC PHY padding), 可以应用于 FEC 编码之后。Pre-FEC PHY 填充或 Pre-FEC MAC 层填充的功能可以是编码前用于补齐到预定边界 (如下文所示的参数 a 所指示的边界) 而进行填充的比特。post-FEC 填充可以不需要编码和译码 (或称为解码), pre-FEC 填充需要编码和译码, 因此通过对最后一个 OFDM 符号进行分段, 可以尽可能地减少 pre-FEC 的编码时间和译码时间, 提高译码效率。如第一通信装置可以利用 pre-FEC 填充对参数 a 所指示的分段进行编码, 最后一个 OFDM 符号中的其余分段可以进行 post-FEC 填充。

为便于描述, 本申请实施例将 Pre-FEC PHY 填充或 Pre-FEC MAC 层填充统称为 pre-FEC 填充。

参数 $N_{SD,short}$ 用于 pre-FEC 填充。或者, 参数 $N_{SD,short}$ 可以用于确定参数 a , 参数 a 可以用于确定上述预定边界。如参数 a 可以用于指示 pre-FEC 填充可以延伸到目标用户对应的数据字段的最后一个 OFDM 符号的哪个边界。又如参数 $N_{SD,short}$ 可以用于表示最后一个 OFDM 符号所划分的 N 个分段中第一个分段对应的数据子载波的个数。又如参数 $N_{SD,short}$ 可以用于表示最后一个 OFDM 符号所划分的 N 个分段中第一个分段的大小, 或者, 表示前 N-1 个分段的大小。与该参数 $N_{SD,short}$ 相关的参数 N_{SD} 的值等于用于传输目标用户对应的数据字段的 RU 或 MRU 中数据子载波的总个数。示例性的, 参数 N_{SD} 的值可以大于 3920。通常来说, 当 PPDU 对应至少两个目标用户, 该至少两个目标用户存在两个目标用户所对应的 RU/MRU 不同时, 这两个目标用户所对应的参数 $N_{SD,short}$ 的值也会不同。虽然参数 $N_{SD,short}$ 的值不同, 但是基于该参数 $N_{SD,short}$ 所确定的 a 的值是相同的。关于参数 $N_{SD,short}$ 与参数 N_{SD} 用于 pre-FEC 填充的具体方式可以参考下文, 此处先不详述。

以下详细介绍本申请实施例所示的参数 $N_{SD,short}$, 该参数 $N_{SD,short}$ 可以符合如下至少一个特性:

特性 1: 参数 $N_{SD,short}$ 的值是由传输目标用户对应的数据字段的 RU 或 MRU (或称为目标用户对应的 RU 或 MRU), 以及该数据字段的 MCS (或称为目标用户对应的 MCS) 确定的。

作为一个示例, 用于传输 PPDU 的总带宽 (或称为 PPDU 带宽) 相同, 如果目标用户对应的 RU 或 MRU 尺寸不同, 则参数 $N_{SD,short}$ 的值仍可能会不同。如传输目标用户对应的数据字段的 RU 尺寸为 RU 1, 或 MRU 尺寸为 MRU 1, 参数 $N_{SD,short}$ 的值为值 1。又如传输目标用户对应的数据字段的 RU 尺寸为 RU 2, 或 MRU 尺寸为 MRU 2, 参数 $N_{SD,short}$ 的值为值 2。RU 1 和 RU 2 中的“1”、“2”是为了标识不同的 RU, 不应将其理解为对本申请实施例的限定。对于其他描述类似, 此处不再一一详述。

作为另一个示例, PPDU 带宽相同, PPDU 对应至少两个目标用户, 如该至少两个目标用户包括目标用户 1 和目标用户 2。当该目标用户 1 对应的 RU/MRU 尺寸与目标用户 2 对应的 RU/MRU 尺寸不同时, 这两个目标用户所对应的参数 $N_{SD,short}$ 的值会不同。

作为又一个示例, PPDU 带宽相同, 如目标用户对应的 MCS 不同, 则参数 $N_{SD,short}$ 的值仍可能会不同。

作为又一个示例, PPDU 带宽, 目标用户 1 对应的 MCS 与目标用户 2 对应的 MCS 不同, 则这两个目标用户所对应的参数 $N_{SD,short}$ 的值会不同。

特性 2: $N_{SD,short} \leq \frac{1}{N} \times N_{SD}$ 。

示例性的, $MCS \in [y, z]$ 时, $N_{SD,short} \leq \frac{1}{N} \times N_{SD}$ 。N 的值与数据字段占用的最后一个 OFDM 符号划分的片段数相同。如 $N=4$ 或 $N=2$ 等, 此处不再一一列举。为便于描述, 下文在涉及具体例子时以 $N=4$ 为例进行描述。

对于 PPDU 带宽为 480MHz 和 640MHz 来说, MRU 有以下几种组合: 4x996+484-tone, 5x996-tone, 5x996+484-tone, 6x996-tone, 6x996+484-tone, 7x996-tone, 7x996+484-tone 和 8x996+484-tone。因此, 下文在涉及具体例子时均以以上组合为例进行描述。本申请实施例所示的各个特性也可以符合更大的 PPDU 带宽, 如同样适用于 PPDU 为 1280MHz 或 2560MHz 等, 此处不再一一列举。

通常来说, 由于 $MCS=q$ 和 $MCS=0$ 时对应的 $N_{SD,short}$ 都是根据 $MCS \in [y, z]$ 得到的, 因此下文涉及具体例子时均可以以 $MCS \in [y, z]$ 所对应的 $N_{SD,short}$ 为例描述。下文各个表格所示的形式仅为示例, 在具体实现中, 下文所示的表格可以有各种表示形式, 如对于不同的 MCS 来说可以有不同的表格 (或不同的 MCS 可

以不在一个表格中)等, 本申请实施例对此不作限定。

表 1 示例性地示出了 $N=4$, $M=6$, MCS 的索引为 $y \sim z$ 、MCS 的索引为 q 时, 目标用户对应的 RU 或 MRU 与 $N_{SD,short}$ 之间的关系。示例性的, 表 1 中的 y 可以等于 0, z 可以等于 13, q 可以等于 15。 y 、 z 、 q 的值均是以 802.11be 中涉及的 MCS 的索引为例示出的, 随着标准的进展后续可能会出现其他的 MCS 索引, 本申请实施例对此不作限定。

表 1

RU 或 MRU 尺寸	$N_{SD,short}$ 的值	
	MCS $\in[y, z]$	MCS $\in q$
4x996+484-tone	1092	546
5x996-tone	1224	612
5x996+484-tone	1338	669
6x996-tone	1470	735
6x996+484-tone	1584	792
7x996-tone	1710	855
7x996+484-tone	1830	915
8x996-tone	1956	978

通常来说, 对于同一个 RU 或 MRU 尺寸来说, MCS=15 时的 $N_{SD,short}$ 的值可以是基于 MCS $\in[0, 13]$ 时的 $N_{SD,short}$ 的值确定的。表 1 是以倍数关系为例示出的, 但是不应将其理解为本申请实施例的限定。如随着标准的进展, 对于同一个 RU 或 MRU 尺寸来说, MCS=15 时的 $N_{SD,short}$ 的值可以等于 MCS $\in[0, 13]$ 时的 $N_{SD,short}$ 的值, 或者, MCS=15 时的 $N_{SD,short}$ 的值与 MCS $\in[0, 13]$ 时的 $N_{SD,short}$ 的值之间可以设置一个偏移值等, 本申请实施例对此不作限定。

表 2 示例性地示出了 RU/MRU 与 N_{SD} 之间的关系。

表 2

RU 或 MRU 尺寸	N_{SD} 的值
4x996+484-tone	4388
5x996-tone	4900
5x996+484-tone	5368
6x996-tone	5880
6x996+484-tone	6348
7x996-tone	6860
7x996+484-tone	7328
8x996-tone	7840

表 1 所示的 $N_{SD,short}$ 与表 2 所示的 N_{SD} 之间满足上述特性 2。

表 3 示例性地示出了 $N=4$, $M=6$, MCS 的索引为 o 时, 目标用户对应的 RU 或 MRU 与 $N_{SD,short}$ 之间的关系。示例性的, o 可以等于 14。

表 3

PPDU 带宽	$N_{SD,short}$ 的值
480MHz	366
640MHz	492
.....	

本申请实施例中, $N_{SD,short}$ 与 N_{SD} 之间满足如下关系:

$$N_{SD,short} = \text{floor}(N_{SD} \div N \div M) \times M \quad (1)$$

其中, $\text{floor}(x)$ 表示对 x 向下取整, $x = N_{SD} \div N \div M$, M 为正整数。举例来说, $N_{SD} = 4388$, $N=4$, $M=6$, 则 $N_{SD,short} = \text{floor}(4388 \div 4 \div 6) \times 6 = \text{floor}(182.833) \times 6 = 182 \times 6 = 1092$ 。 $N_{SD,short} = 1092$ 表示 4 个分段中第一个分段对应的数据子载波个数为 1092, 又如 4 个分段中前三个分段中每个分段对应的数据子载波个数均为 1092。4 个分段中最后一个分段对应的数据子载波个数为 $4388-1092-1092-1092=1112$ 。关于其他数值的具体计算过程, 此处不再一一列举。通过上述公式 (1) 可以有效地满足上述特性 2。对于 M 的具体确定方式可以参考下文, 此处先不详述。

作为一个示例, 以 PPDU 对应一个目标用户为例, 该目标用户对应的 MRU 尺寸为 4x996+484-tone, 该目标用户对应的 MCS 的索引为 3, 则该目标用户对应的 $N_{SD,short}$ 的值可以为 1092。第一通信装置可以利用该 $N_{SD,short}$ 的值来确定参数 a 和 PPDU 中的数据字段占用的总 OFDM 符号数 N_{SYM} 。关于参数 a 和 N_{SYM}

的具体确定方式可以参考下文，此处先不详述。

作为另一个示例，以 PPDU 对应至少两个目标用户为例，该至少两个目标用户包括目标用户 1 和目标用户 2。举例来说，如目标用户 1 对应的 MRU 尺寸为 $4 \times 996 + 484$ -tone，该目标用户 1 对应的 MCS 的索引为 0，则该目标用户 1 对应的 $N_{SD,short}$ 的值可以为 1092。如目标用户 2 对应的 MRU 尺寸为 $5 \times 996 + 484$ -tone，该目标用户 2 对应的 MCS 的索引为 1，则该目标用户 2 对应的 $N_{SD,short}$ 的值可以为 1338。又举例来说，如目标用户 1 对应的 MRU 尺寸为 $2 \times 996 + 484$ -tone，该目标用户 1 对应的 MCS 的索引为 0，则该目标用户 1 对应的 $N_{SD,short}$ 的值可以为 612。如目标用户 1 对应的 MRU 尺寸为 $5 \times 996 + 484$ -tone，该目标用户 1 对应的 MCS 的索引为 1，则该目标用户 1 对应的 $N_{SD,short}$ 的值可以为 1338。又举例来说，目标用户 1 对应的 MRU 尺寸为 $4 \times 996 + 484$ -tone，该目标用户 1 对应的 MCS 的索引为 0，则该目标用户 1 对应的 $N_{SD,short}$ 的值可以为 1092。如目标用户 2 对应的 MRU 尺寸为 $5 \times 996 + 484$ -tone，该目标用户 2 对应的 MCS 的索引为 15，则该目标用户 2 对应的 $N_{SD,short}$ 的值可以为 669。

本申请实施例中，参数 $N_{SD,short}$ 通过满足上述特性 2，可以有效地减少编译码时间，提高编译码效率。以下详细说明：

图 3 是以 $N=4$ 为例示出了不同 $N_{SD,short}$ 时最后一个 OFDM 符号的分段划分示意图。图 3 中的横轴表示频域资源（如表示一个 RU 或 MRU），纵轴表示时域资源。如图 3 中的横轴可以表示频域资源对应的一个 OFDM 符号中的编码比特数 $N_{CBPS,u}$ ， $N_{CBPS,u} = N_{SD,u} \cdot N_{BPSCS,u}$ 。图 3 中 (a) 的实线竖线表示分段边界，图 3 中 (b) 虚线竖线表示分段边界。本申请实施例所示的满足上述特性 2 的 $N_{SD,short}$ 如图 3 中 (a) 所示。

(1) 当目标用户的数据字段的最后一个 OFDM 符号中的剩余数据比特数 $N_{Excess,u}$ 处于图 3 中阴影表示的区域 1~区域 3 时，与使用大的 $N_{SD,short}$ 相比，使用较小的 $N_{SD,short}$ 可以节约 pre-FEC 填充的比特数 (pre-FEC paddingbits)。图 3 中的 (a) 使用的是较小的 $N_{SD,short}$ ，图 3 中的 (b) 使用的是较大的 $N_{SD,short}$ 。举例来说，当目标用户的数据字段的最后一个 OFDM 符号中的剩余数据比特数 $N_{Excess,u}$ 处于区域 1 时，图 3 的 (a) 中 pre-FEC 填充的比特数延长到 $a_{\{small\}}=1$ 处即可，而图 3 的 (b) 中 pre-FEC 填充的比特数需要延长到 $a_{\{big\}}=1$ 处。由于 pre-FEC 填充的比特数是需要进行 FEC 编码的，因此，如果选择较大的 $N_{SD,short}$ 将会增加额外的编译码时间。因此本申请实施例所示的满足上述特性 2 的 $N_{SD,short}$ （即图 3 使用较小的 $N_{SD,short}$ ）可以节省图 3 中的 (b) 中第一个分段中除区域 1 之外的空白区域的编码时间和译码时间，从而有效减少编译码时间，提高了编译码效率。又举例来说，当目标用户的数据字段的最后一个 OFDM 符号中的剩余数据比特数 $N_{Excess,u}$ 处于区域 2 或区域 3 时，本申请实施例所示的满足上述特性 2 的 $N_{SD,short}$ （即图 3 使用较小的 $N_{SD,short}$ ）可以节省图 3 中的 (b) 中第二个分段中除区域 2 之外的空白区域的编码时间和译码时间，从而有效减少编译码时间，提高了编译码效率。

(2) 当目标用户的数据字段的最后一个 OFDM 符号中的剩余数据比特数 $N_{Excess,u}$ 处于图 3 的 (b) 中的空白区域时， $a_{\{small\}}=2$ （仅为示例），初始的 $a_{\{big\}}=1$ （仅为示例），但是当图 3 的 (b) 中 LDPC 额外符号分段 (LDPC extra symbol segment) 域置为 1 时，图 3 的 (b) 中 $a_{\{big\}}$ 会再加 1 ($a_{\{big\}}=2$)，然后重新计算下文所述的 (5.2) 和 (5.3) 过程，图 3 的 (b) 不仅增加了额外的计算，而且还使用了更多的填充比特。

通常来说，一个 OFDM 符号所对应的 RU 或 MRU 尺寸是固定的，因此当 $N_{SD,short}$ 的值变小时，可能会导致最后一个 OFDM 符号所划分的第一个分段对应的 RU/MRU 尺寸减小，从而导致最后一个分段所对应的频域资源增加。示例性的，当最后一个 OFDM 符号所划分的第一个分段对应的 RU/MRU 尺寸减小时，最后一个 OFDM 符号的第二个分段对应的 RU/MRU 尺寸以及第三个分段对应的 RU/MRU 尺寸也可以随着减小。虽然最后一个 OFDM 符号所划分的最后一个分段对应的 RU/MRU 尺寸增加了，但是当目标用户的数据字段的最后一个 OFDM 符号中的剩余数据比特数 $N_{Excess,u}$ 处于区域 1、区域 2、区域 3 中的任一区域时，均会减少编译码时间，从而有效提高编译码效率。同时，目标用户的数据字段的最后一个 OFDM 符号中的剩余数据比特数 $N_{Excess,u}$ 处于区域 1、区域 2、区域 3 的概率远大于目标用户的数据字段的最后一个 OFDM 符号中的剩余数据比特数 $N_{Excess,u}$ 处于区域 4 的概率。

关于本申请实施例所示的仿真结果的相关描述可以参考下文图 7a 和图 7b，此处先不详述。

特性 3: $N_{SD,short} \geq \frac{1}{N} \times N_{SD}$ 。

示例性的， $MCS \in [y, z]$ 时， $N_{SD,short} \geq \frac{1}{N} \times N_{SD}$ 。表 4 示例性地示出了 $N=4$ ， $M=6$ ，MCS 的索引为 $y \sim z$ ，MCS 的索引为 q 时，目标用户对应的 RU 或 MRU 与 $N_{SD,short}$ 之间的关系。关于 y 、 z 、 q 的具体说明可以参考表 1，此处不再详述。关于 $MCS=15$ 与 $MCS \in [0, 13]$ 的相关说明可以参考表 1，此处不再详述。关于 RU/MRU 与 N_{SD} 之间的关系可以参考表 2，此处不再详述。

表 4

RU 或 MRU 尺寸	$N_{SD,short}$ 的值	
	MCS $\in[y, z]$	MCS $\in q$
4x996+484-tone	1098	549
5x996-tone	1230	615
5x996+484-tone	1344	672
6x996-tone	1470	735
6x996+484-tone	1590	795
7x996-tone	1716	858
7x996+484-tone	1836	918
8x996-tone	1962	981

表 4 所示的 $N_{SD,short}$ 与表 2 所示的 N_{SD} 之间满足上述特性 3。

通常来说, 480MHz 对应的是 6x996-tone。因此 MCS=o, PPDU 带宽为 480MHz 时, 目标用户对应的 $N_{SD,short}$ 仍为如表 3 所示的 366 (如 MCS=q 时, 3x996-tone 对应的 $N_{SD,short}$)。同样的, MCS=o, PPDU 带宽为 640MHz 时, 目标用户对应的 $N_{SD,short}$ 仍为如表 3 所示的 492 (如 MCS=q 时, 4x996-tone 对应的 $N_{SD,short}$)。

本申请实施例中, $N_{SD,short}$ 与 N_{SD} 之间满足如下关系:

$$N_{SD,short} = \text{ceil}(N_{SD} \div N \div M) \times M \quad (2)$$

其中, $\text{ceil}(x)$ 表示对 x 向上取最小整数 (或表示返回大于或等于 x 的最小整数), $x = N_{SD} \div N \div M$, M 为正整数。举例来说, $N_{SD} = 4388$, $N=4$, $M=6$, 则 $N_{SD,short} = \text{ceil}(4388 \div 4 \div 6) \times 6 = \text{ceil}(182.833) \times 6 = 183 \times 6 = 1098$ 。关于其他数值的具体计算过程, 此处不再一一列举。通过上述公式 (2) 可以有效地满足上述特性 3。对于 M 的具体确定方式可以参考下文, 此处先不详述。

图 4 是以 $N=4$ 为例示出了不同 $N_{SD,short}$ 时最后一个 OFDM 符号的分段划分示意图。图 4 中的横轴表示频域资源, 纵轴表示时域资源。图 4 中 (a) 的实线竖线表示分段边界, 图 4 中 (b) 虚线竖线表示分段边界。本申请实施例所示的满足特性 3 的 $N_{SD,short}$ 如图 4 中 (b) 所示。

当目标用户的数据字段的最后一个 OFDM 符号中的剩余数据比特数 $N_{Excess,u}$ 处于图 4 中阴影区域时, 且 LDPC 额外符号分段 (LDPC extra symbol segment) 域为 0 时, 与使用小的 $N_{SD,short}$ 相比, 使用较大的 $N_{SD,short}$ 可以节约 pre-FEC 填充的比特数。举例来说, 当目标用户的数据字段的最后一个 OFDM 符号中的剩余数据比特数 $N_{Excess,u}$ 处于第一个阴影区域时, 图 4 的 (a) 中 pre-FEC 填充的比特数需要延长到 $a_{\{small\}}=2$ 处, 而图 4 的 (b) 中 pre-FEC 填充的比特数延长到 $a_{\{big\}}=1$ 处即可。因此本申请实施例所示的满足上述特性 3 的 $N_{SD,short}$ (即图 4 使用较大的 $N_{SD,short}$) 可以节省图 4 中的 (a) 中第二个分段中除阴影区域之外的空白区域的编码时间和译码时间, 从而有效减少编译码时间, 提高了编译码效率。

$$\text{特性 4: } |N_{SD,short} - \frac{1}{N} N_{SD}| \leq \varepsilon, \varepsilon \leq \frac{M}{2}.$$

$$\text{示例性的, MCS} \in [y, z] \text{ 时, } |N_{SD,short} - \frac{1}{N} N_{SD}| \leq \varepsilon, \varepsilon \leq \frac{M}{2}.$$

示例性的, $\varepsilon = 1$, 或者, $\varepsilon = 2$, 或者, $\varepsilon = 3$ 。对于 ε 的具体取值, 此处不再一一列举。

表 5 示例性地示出了 $N=4$, $M=6$, MCS 的索引为 $y \sim z$ 、MCS 的索引为 q 时, 目标用户对应的 RU 或 MRU 与 $N_{SD,short}$ 之间的关系。关于 y 、 z 、 q 的具体说明可以参考表 1, 此处不再详述。关于 MCS=15 与 MCS $\in[0, 13]$ 的相关说明可以参考表 1, 此处不再详述。关于 RU/MRU 与 N_{SD} 之间的关系可以参考表 2, 此处不再详述。

表 5

RU 或 MRU 尺寸	$N_{SD,short}$ 的值	
	$MCS \in [y, z]$	$MCS \in q$
4x996+484-tone	1098	549
5x996-tone	1224	612
5x996+484-tone	1344	672
6x996-tone	1470	735
6x996+484-tone	1590	795
7x996-tone	1716	858
7x996+484-tone	1830	915
8x996-tone	1962	981

表 5 所示的 $N_{SD,short}$ 与表 2 所示的 N_{SD} 之间满足上述特性 3。表 6 所示的 $N_{SD,short}$ 可以称为约等于 $\frac{1}{4}N_{SD}$ 。

$N=4$, $M=6$, MCS 的索引为 o 时, 目标用户对应的 RU 或 MRU 与 $N_{SD,short}$ 之间的关系可以参考表 3, 此处不再详述。本申请实施例中, $N_{SD,short}$ 与 N_{SD} 之间满足如下关系:

$$N_{SD,short} = \text{round}(N_{SD} \div N \div M) \times M \quad (3)$$

其中, $\text{round}(x)$ 表示对 x 四舍五入, $x = N_{SD} \div N \div M$, M 为正整数。举例来说, $N_{SD} = 4388$, $N=4$, $M=6$, 则 $N_{SD,short} = \text{round}(4388 \div 4 \div 6) \times 6 = \text{round}(182.833) \times 6 = 183 \times 6 = 1098$ 。关于其他数值的具体计算过程, 此处不再一一列举。通过上述公式 (3) 可以有效地满足上述特性 3。对于 M 的具体确定方式可以参考下文, 此处先不详述。

特性 5: $N_{SD,short}$ 可以是基于至少两个 RU/至少两个 MRU/至少一个 RU 与至少一个 MRU 所对应的 $N_{SD,short}$ 确定的。

上述至少两个 RU/至少两个 MRU/至少一个 RU 与至少一个 MRU 可以由目标用户对应的 RU 或 MRU 拆分得到的。可以通过将目标用户对应的 RU 或 MRU 进行拆分, 得到至少两个 RU/至少两个 MRU/至少一个 RU 与至少一个 MRU, 然后基于该至少两个 RU/至少两个 MRU/至少一个 RU 与至少一个 MRU 对应的 $N_{SD,short}$ 确定该目标用户所对应的 $N_{SD,short}$ 。如至少两个 RU/至少两个 MRU/至少一个 RU 与至少一个 MRU 对应的 $N_{SD,short}$ 的和为目标用户所对应的 $N_{SD,short}$ 。

表 6 示例性地示出了 $N=4$, $M=6$, MCS 的索引为 $y \sim z$ 、MCS 的索引为 q 时, 目标用户对应的 RU 或 MRU 与 $N_{SD,short}$ 之间的关系。关于 y 、 z 、 q 的具体说明可以参考表 1, 此处不再详述。关于 MCS=15 与 $MCS \in [0, 13]$ 的相关说明可以参考表 1, 此处不再详述。关于 RU/MRU 与 N_{SD} 之间的关系可以参考表 2, 此处不再详述。

表 6

RU 或 MRU 尺寸	RU/MRU	$N_{SD,short}$ 的值	
		$MCS \in [y, z]$	$MCS \in q$
4x996+484-tone	4x996 (984) +484 (120)	1104	552
5x996-tone	4x996 (984) +996 (240)	1224	612
5x996+484-tone	4x996 (984) +996 (240) +484 (120)	1344	672
6x996-tone	4x996 (984) +2x996 (492)	1476	738
6x996+484-tone	4x996 (984) +2x996 (492) +484 (120)	1596	798
7x996-tone	4x996 (984) +2x996 (492) +996 (240)	1716	858
7x996+484-tone	4x996 (984) +2x996 (492) +996 (240) +484 (120)	1836	918
8x996-tone	4x996 (984) +4x996 (984)	1968	984

表 6 括号的内容表示 MRU 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值。

举例来说, 4x996+484-tone 对应的 $N_{SD,short}$ 的值可以是基于 4x996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值和 484-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值确定的。如 4x996-tone 对应的 $N_{SD,short}$ 的值为 984, 484-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值为 120, 4x996+484-tone 对应的 $N_{SD,short}$ 的值可以为 $984+120=1104$ 。表 6 所示的 4x996+484-tone 对应 4x996-tone 和 484-tone 仅为示例, 如 4x996+484-tone 也可以对应 2x996-tone、2x996-tone 和 484-tone 等, 此处不再一一列举。

又举例来说, 5x996-tone 对应的 $N_{SD,short}$ 的值可以是基于 4x996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值和 996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值确定的。如 4x996-tone 对应的 $N_{SD,short}$ 的值为 984, 996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值

为 240, 5x996-tone 对应的 $N_{SD,short}$ 的值可以为 984+240=1104。

又举例来说, 6x996-tone 对应的 $N_{SD,short}$ 的值可以是基于 4x996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值和 2x996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值确定的。如 4x996-tone 对应的 $N_{SD,short}$ 的值为 984, 2x996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值为 492, 6x996-tone 对应的 $N_{SD,short}$ 的值可以为 984+492=1476。关于不同 RU 或 MRU 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值的具体确定方式, 此处不再一一列举。

表 6 所示的划分方式仅为示例, 如 6x996-tone 对应的 $N_{SD,short}$ 的值也可以是基于 4x996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值、996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值以及 996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值确定的。关于上述划分方式, 本申请实施例不作限定。

$N=4$, $M=6$, MCS 的索引为 o 时, 目标用户对应的 RU 或 MRU 与 $N_{SD,short}$ 之间的关系可以如表 3 所示, 此处不再详述。表 7 示例性地示出了 $N=4$, $M=6$, MCS 的索引为 $y \sim z$ 、MCS 的索引为 q 时, 目标用户对应的 RU 或 MRU 与 $N_{SD,short}$ 之间的关系。关于 y 、 z 、 q 的具体说明可以参考表 1, 此处不再详述。关于 MCS=15 与 MCS $\in[0, 13]$ 的相关说明可以参考表 1, 此处不再详述。关于 RU/MRU 与 N_{SD} 之间的关系可以参考表 2, 此处不再详述。

表 7

RU 或 MRU 尺寸	RU/MRU	$N_{SD,short}$ 的值	
		MCS $\in[y, z]$	MCS= q
4x996+484-tone	4x996 (984) +484 (120)	1104	552
5x996-tone	4x996 (984) +996 (246)	1230	615
5x996+484-tone	4x996 (984) +996 (246) +484 (120)	1350	675
6x996-tone	4x996 (984) +2x996 (492)	1476	738
6x996+484-tone	4x996 (984) +2x996 (492) +484 (120)	1596	798
7x996-tone	4x996 (984) +2x996 (492) +996 (246)	1722	861
7x996+484-tone	4x996 (984) +2x996 (492) +996 (246) +484 (120)	1842	921
8x996-tone	4x996 (984) +4x996 (984)	1968	984

表 7 括号的内容表示 MRU 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值。表 6 所示的 996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值为 240, 而表 7 所示的 996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值为 246。表 7 也可以称为修正 996 的方法, 通过修正 996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值可以使得 2x996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值为 996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值的两倍。表 7 是以修正 996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值为示例示出的, 在具体实现中, 也可以通过修改其他 MRU 所对应的 $N_{SD,short}$ 的值来确定第一列所示的 RU/MRU 对应的 $N_{SD,short}$ 的值。表 7 所示的修正的 996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 仅为示例, 如也可以将该 996-tone 所对应的 $N_{SD,short}$ 修正为其他数值, 此处不再一一列举。

$N=4$, $M=6$, MCS 的索引为 o 时, 目标用户对应的 RU 或 MRU 与 $N_{SD,short}$ 之间的关系可以参考表 3 所示, 此处不再详述。关于特性 5 的具体方式也可以参考 802.11be 中 $N_{SD,short}$ 的取值方式, 如下文表 9 的相关描述。

作为一个示例, $N_{SD,short}$ 可以符合上述特性 2~特性 5 中的任一个特性。

作为另一个示例, 参数 $N_{SD,short}$ 可以符合上述特性 2~特性 5 中的至少两个特性, 以及特性 1。以下所示的例子仅为示例, 不应将其理解为本申请实施例的限定。

举例来说, 对于 PPDU 对应的至少两个目标用户来说, 不同的目标用户的数据字段的最后一个 OFDM 符号中的剩余数据比特数 $N_{Excess,u}$ 不同, 则不同目标用户对应的 $N_{SD,short}$ 可以符合上述特性 2~特性 5 中的任一个特性。如目标用户 1 的数据字段的最后一个 OFDM 符号中的剩余数据比特数 $N_{Excess,u}$ 处于图 3 中的阴影区域, 则该目标用户 1 对应的 $N_{SD,short}$ 可以符合上述特性 2。又如目标用户 2 的数据字段的最后一个 OFDM 符号中的剩余数据比特数 $N_{Excess,u}$ 处于图 4 中的阴影区域, 则该目标用户 2 对应的 $N_{SD,short}$ 可以符合上述特性 3。目标用户 1 和目标用户 2 为 PPDU 对应的目标用户。

又举例来说, 对于 PPDU 对应的至少两个目标用户来说, 不同的目标用户对应的 RU/MRU 不同, 不同目标用户对应的 $N_{SD,short}$ 可以符合上述特性 2~特性 5 中的任一个特性。如目标用户对应的 RU/MRU 为如下任一项: 4x996+484-tone、5x996-tone、5x996+484-tone、6x996-tone, 则该目标用户对应的 $N_{SD,short}$ 可以符合上述特性 2。又如目标用户对应的 RU/MRU 为如下任一项: 6x996+484-tone、7x996-tone、7x996+484-tone、8x996-tone, 则该目标用户对应的 $N_{SD,short}$ 可以符合上述特性 3。此处所划分的 RU/MRU 仅为示例, 不应将其理解为本申请实施例的限定。此处是以特性 2 和特性 3 为示例示出的, 在具体实现中, RU/MRU 的不同, 目标用户对应的 $N_{SD,short}$ 也可以符合上述特性 4 或特性 5 等, 此处不再一一列举。

PPDU 中除了数据字段之外, 还可以包括前导码字段。如前导码字段可以包括如下至少一项: 传统短

训练字段 (legacy short training field, L-STF)、传统长训练字段 (legacy long training field, L-LTF)、传统信令 (legacy signal, L-SIG)、传统信令重复 (repeated L-SIG, RL-SIG)、通用信令 (universal signal, U-SIG)。作为一个示例,对于 UHR PPDU 来说,该 UHR PPDU 中的前导码字段还可以包括如下至少一项:UHR-SIG、UHR-STF、UHR-LTF。作为另一个示例,对于 IMMW PPDU 来说,该 IMMW PPDU 中的前导码字段还可以包括如下至少一项:IMMW-SIG、IMMW-STF、IMMW-LTF。以上所示的 PPDU 仅为示例,对于 PPDU 的具体格式,本申请实施例不作限定。

以下举例说明本申请实施例所示的 PPDU 的传输模式。该 PPDU 可以包括单用户传输的模式或多用户传输的模式。下文图 5a 至图 5d 所示的传输模式仅为示例,随着标准的进展后续可能还会出现其他传输模式,本申请实施例对此不作限定。

示例性的,PPDU 的传输模式可以包括:

OFDMA 模式:PPDU 带宽会被分成超过 1 个 RU 或 MRU。RU 或 MRU 可以分配给一个目标用户,或者分配给多个目标用户。对于将一个 RU 或 MRU 进一步分给多个目标用户的情况可以称为 OFDMA+MU-MIMO 传输模式。对于将 RU 或 MRU 都分配给一个目标用户的情况可以称为 non-MU-MIMO OFDMA。图 5a 是本申请实施例提供的一种 non-MU-MIMO OFDMA 传输模式的示意图。对于 OFDMA 模式来说,用户 1 和用户 2 均可以占用 PPDU 的部分带宽。即用户 1 和用户 2 可以占用 PPDU 带宽下的不同 RU 或 MRU,或者,用户 1 和用户 2 可以分别对应 PPDU 带宽下的不同 RU 或 MRU。图 5b 是本申请实施例提供的一种 OFDMA+MU-MIMO 传输模式的示意图。用户 1 和用户 2 进行 MU-MIMO 传输时的 RU 或 MRU 是相同的,且用户 1 (或用户 2) 和用户 3 均占用 PPDU 的部分带宽。

SU 或信道探测 NDP 传输模式:PPDU 传输给一个目标用户。该一个目标用户可以是单播或广播或多波传输的情况。图 5c 是本申请实施例提供的一种 SU 或信道探测 NDP 传输模式的示意图。用户 1 可以占用 PPDU 整个带宽。

non-OFDMA MU-MIMO 传输模式:PPDU 带宽存在一个 RU 或 MRU,统一分配给超过一个用户。图 5d 是本申请实施例提供的一种 non-OFDMA MU-MIMO 传输模式的示意图。用户 1 和用户 2 进行 MU-MIMO 传输时的 RU 或 MRU 是相同的。用户 1 和用户 2 均可以占用 PPDU 的整个带宽。

通常来说,无论 PPDU 对应多少个目标用户,或者,无论该 PPDU 的传输模式是什么,该 PPDU 的生成过程中均会涉及前向纠错编码(forward error code, FEC)前物理层填充(Pre-FEC PHY padding)和 Pre-FEC MAC 层填充。在 Pre-FEC 物理层填充或 Pre-FEC MAC 层填充的过程中,均会涉及到参数 $N_{SD,short}$ 。因此,不应将图 5a 至图 5d 所示的传输模式理解为对本申请实施例的限定。

202、第一通信装置发送 PPDU,对应的第二通信装置接收该 PPDU。

203、第二通信装置解析 PPDU。

示例性的,第二通信装置通过检测(detect)PPDU 的传统前导部分,可以获得该 PPDU 所属的标准制式。如第二通信装置可以基于传统前导部分获得与 PPDU 对应的帧格式,如该 PPDU 为 UHR PPDU 或 IMMW PPDU 等。通过检测 PPDU 的前导码字段,第二通信装置可以有效地解调该 PPDU 中对应于第二通信装置的数据字段。

示例性的,前导码字段可以包括 SIG 字段,该 PPDU 中的 SIG 字段中可以包括 LDPC 额外符号分段字段和 pre-FEC 填充因素字段,该 pre-FEC 填充因素字段可以用于指示参数 a 的取值。如 LDPC 额外符号分段字段可以指示参数 a 的取值原因。如 LDPC 额外符号分段字段为 1,则表示参数 a 的取值是因为不满足条件(如下文公式(14)所示的条件)而增加了 1。示例性的,PPDU 为 EHT PPDU 时,SIG 字段可以为 EHT-SIG 字段;又如 PPDU 为 UHR PPDU 时,SIG 字段可以为 UHR-SIG 字段;又如 PPDU 为 IMMW PPDU 时,SIG 字段可以为 IMMW-SIG 字段。关于 SIG 字段的具体名称,此处不再一一列举。以上是以 LDPC 额外符号分段字段和 pre-FEC 填充因素字段承载于前导码字段中的 SIG 字段为例示出的,但是不应将其理解为对本申请实施例的限定。第二通信装置基于参数 a 的取值以及其存储的表 1~表 7 中的至少一个表格(或任一表格中的任一指示的关系)解析数据字段。

示例性的,第二通信装置还可以通过前导码字段获知该第二通信装置所对应的 RU/MRU,以及解码时长,基于解码时长获知数据字段占用的 OFDM 符号的总个数,基于 RU/MRU 以及其存储的表格(如表 1~表 10)获知 $N_{SD,short}$,由此第二通信装置就可以获知需要解码的数据字段的具体位置,从而获得数据字段中的载荷信息。

本申请实施例中,第一通信装置通过采用符合上述特性的参数 $N_{SD,short}$ 来生成 PPDU,可以有效地减少其编码的时间,以及减少第二通信装置解码的时间,从而提高了编译码效率。

目前 802.11ax 标准中规定了不同 RU 的 $N_{SD,short}$ 的取值,分为双载波调制(dual carrier modulation, DCM) =0 和 DCM=1 的情况。当 DCM=0 时, $N_{SD,short}$ 的取值大约为 N_{SD} 的 1/4 左右;当 DCM=1 时 $N_{SD,short}$ 的取值大约为 DCM=0 时 $N_{SD,short}$ 的 1/2 左右。

表 8 示出了不同 RU 的 $N_{SD,short}$ 的取值。

表 8

RU 尺寸	$N_{SD,short}$	
	DCM=0	DCM=1
26-tone	6	2
52-tone	12	6
106-tone	24	12
242-tone	60	30
484-tone	120	60
996-tone	240	120
2x996-tone	492	246

从表 8 可以看出, DCM=0 时, $N_{SD,short}$ 的取值较为随意, 如下所示:

- (1) 26-tone 的 $N_{SD}=24$, 52-tone 的 $N_{SD}=48$, 这两种 RU 对应的 $N_{SD,short}$ 等于各自 N_{SD} 的 1/4。
- (2) 106-tone 的 $N_{SD}=102$, 996-tone 的 $N_{SD}=980$, 这两种 RU 对应的 $N_{SD,short}$ 都小于各自 N_{SD} 的 1/4。
- (3) 242-tone 的 $N_{SD}=234$, 484-tone 的 $N_{SD}=468$, 2x996-tone 的 $N_{SD}=1960$, 这三种 RU 的 $N_{SD,short}$ 都大于各自 N_{SD} 的 1/4。
- (4) 2x996-tone 的 N_{SD} 是 996-tone 的 N_{SD} 两倍, 但是各自对应的 $N_{SD,short}$ 却不是两倍关系。

从上述 (1) ~ (4) 可以看出, 即使是针对同一个 DCM=0 或 DCM=1, 242-tone, 484-tone, 2x996-tone 所对应的值较大, 增加了编码时间和译码时间, 降低了编译码效率。

目前 802.11be 标准由于引入了更大带宽, 规定了不同 MRU 的 $N_{SD,short}$ 的取值, 分为 EHT-MCS $\in[0,13]$, EHT-MCS=15 和 EHT-MCS=14 三种情况。对于 EHT-MCS $\in[0,13]$ 和 EHT-MCS=15 来说, 所有新增的 $N_{SD,short}$ 都可以是由 802.11ax 中 RU 的 $N_{SD,short}$ 相加而来。例如, 52+26-tone 的 $N_{SD,short} = 52\text{-tone 的 } N_{SD,short} + 26\text{-tone 的 } N_{SD,short}$ 。3x996-tone 的 $N_{SD,short} = 2\text{x996-tone 的 } N_{SD,short} + 996\text{-tone 的 } N_{SD,short}$ 。

表 9 示例性地示出了不同 RU 的 $N_{SD,short}$ 的取值。

表 9

RU 尺寸	$N_{SD,short}$	
	MCS $\in[0, 13]$	MCS=15
26-tone	6	2
52-tone	12	6
52+26-tone	18	8
106-tone	24	12
106+26-tone	30	14
242-tone	60	30
484-tone	120	60
484+242-tone	180	90
996-tone	240	120
996+484-tone	360	180
996+484+242-tone	420	210
2x996-tone	492	246
2x996+484-tone	612	N/A
3x996-tone	732	366
3x996+484-tone	852	N/A
4x996-tone	984	492

表 10 示例性地示出了 MCS=14 时 $N_{SD,short}$ 的取值。

表 10

带宽 (bandwidth)	$N_{SD,short}$
80MHz	60
160MHz	120
320MHz	246

对于 EHT-MCS=14 来说, 80MHz (996-tone) 的 $N_{SD,short}$ 等于 EHT-MCS=15 时 484-tone 的 $N_{SD,short}$; 160MHz (2x996-tone) 的 $N_{SD,short}$ 等于 EHT-MCS=15 时 996-tone 的 $N_{SD,short}$; 320MHz (4x996-tone) 的 $N_{SD,short}$ 等于 EHT-MCS=15 时 2x996-tone 的 $N_{SD,short}$ 。

由于 802.11be 中 $N_{SD,short}$ 的值由 802.11ax 继承而来, 由此如果在更大的带宽下, 依旧采用 802.11ax 继承下来的方法计算 $N_{SD,short}$ 的话, 则会进一步增加了编译码时间, 降低编译码效率。

以下介绍本申请实施例涉及的 Pre-FEC 物理层填充或 Pre-FECMAC 层填充的过程。

N 个 pre-FEC 填充边界 (boundaries) 可以将 PPDU 中不同用户的最后一个 OFDM 符号对应的频域资源分成 N 个片段 (segment)。pre-FEC 填充可以延伸到 N 个可能的边界之一。这 N 个边界可以用一个 pre-FEC 填充因素 (pre-FEC padding factor) 参数 a 来表示。关于 a 的相关描述也可以参考上文图 2 中步骤 201 的描述。

以下以 $N=4$ 为例进行描述。图 6 示出了在最后一个 OFDM 符号中, $a=1$ 的例子。其中, 干扰器 (scrambler) 表示加扰, FEC 可能是 LDPC 码, 也可能是 BCC 码, 本申请实施例对此不作限定。 $N_{CBPS,last,u}$ 表示在用户 u 对应的数据字段占用的最后一个 OFDM 符号中编码后的比特数, $N_{CBPS,u}$ 表示用户 u 对应的数据字段占用的每个 OFDM 符号 (除最后一个 OFDM 符号之外) 中编码后的比特数。

以下介绍填充过程中的参数 a 和 N_{SYM} 的计算过程。下文所示的过程适用于单用户传输和多用户传输。如果是多用户传输, 则所有的目标用户均可以共用一个 a 和 N_{SYM} 。具体如下所示:

(1) 在 MU PPDU 中, 第一通信装置计算用户 u 在最后一个 OFDM 符号中的剩余数据比特数:

$$N_{Excess,u} = (8 \cdot APEP_LENGTH_u + N_{tail,u} + N_{service}) \bmod N_{DBPS,u} \quad (4)$$

其中, $APEP_LENGTH_u$ 表示用户 u 的数据长度 (以字节为单位衡量), $N_{tail,u}$ 表示用户 u 的每个编码器的拖尾比特, $N_{service}$ 表示服务比特数目 (如 16bit), $N_{DBPS,u}$ 表示用户 u 对应的数据字段占用的每个 OFDM 符号中的数据比特 (由所选取的 MCS 决定)。

(2) 基于 $N_{Excess,u}$, 第一通信装置计算用户 u 的初始 pre-FEC 填充因素 $a_{init,u}$ 和初始 OFDM 数目 $N_{SYM,init,u}$:

$$a_{init,u} = \begin{cases} 4, & \text{if } N_{Excess,u} = 0 \\ \min\left(\left\lceil \frac{N_{Excess,u}}{N_{DBPS,short,u}} \right\rceil, 4\right), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

$$N_{SYM,init,u} = \left\lceil \frac{8 \times APEP_LENGTH_u + N_{tail,u} + N_{service}}{N_{DBPS,u}} \right\rceil \quad (6)$$

其中, $N_{DBPS,short,u} = N_{CBPS,short,u} \cdot R_u$, R_u 是用户 u 的码率 (也由 MCS 决定);

$N_{CBPS,short,u} = N_{SD,short,u} \cdot N_{SS,u} \cdot N_{BPSCS,u}$, 其中 $N_{SD,short,u}$ 是由用户 u 对应的 RU/MRU 的 $N_{SD,short}$ 决定的 (如 $N_{SD,short,u} = N_{SD,short}$)。 $N_{SS,u}$ 表示用户 u 的流数, $N_{BPSCS,u}$ 表示用户 u 的调制阶数 (例如, BPSK 时 $N_{BPSCS,u} = 1$, 16QAM 时 $N_{BPSCS,u} = 4$) (或由 MCS 决定)。

公式 (5) 可以有如下说明: 当用户 u 的剩余数据比特数=0, 则表示第一通信装置需要填充最后一整个 OFDM 符号, 因此 $a=4$; 当用户 u 的剩余数据比特数不等于 0, 则表示第一通信装置需要填充最后一个 OFDM 符号的至少一个分段。举例来说, $a=1$, 则最后一个 OFDM 符号的第一个分段可以用来承载用户 u 的剩余数据比特, 当剩余数据比特数不足以占用一整个第一个分段时, 则第一通信装置可以使用填充比特, 如该第一个分段不仅可以承载用户 u 的剩余数据比特, 还可以承载填充比特。举例来说, $a=2$, 则最后一个 OFDM 符号的第一个分段和第二个分段可以用来承载用户 u 的剩余数据比特, 如第一通信装置也可以使用填充比特填充第二个分段, 如该第一个分段不仅可以承载用户 u 的剩余数据比特, 还可以承载填充比特。

(3) 在所有的用户中找出使用最长编码包时间的用户集合 S (也可以为: 计算各个用户占用的 OFDM 符号数中的最大值), 并从中选择一个值作为 u_{max} :

$$S = \arg \max_{u=0}^{N_{user,tatal}-1} \left(N_{SYM,init,u} - 1 + \frac{a_{init,u}}{4} \right) \quad (7)$$

接着, 计算所有用户的共有的 a_{init} 和 OFDM 数目 $N_{SYM,init}$:

$$N_{SYM,init} = N_{SYM,init,u_{max}} \quad (8)$$

$$a_{init} = a_{init,u_{max}} \quad (9)$$

(4) 计算每个用户的初始数据比特和最后一个 OFDM 符号的初始编码比特:

$$N_{DBPS,last,init,u} = \begin{cases} a_{init,u} \times N_{DBPS,short,u} & \text{if } a_{init} < 4 \\ N_{DBPS,u} & \text{if } a_{init} = 4 \end{cases} \quad (10)$$

$$N_{CBPS,last,init,u} = \begin{cases} a_{init,u} \times N_{CBPS,short,u} & \text{if } a_{init} < 4 \\ N_{CBPS,u} & \text{if } a_{init} = 4 \end{cases} \quad (11)$$

(5) 对于每个使用 LDPC 编码的用户, 计算编码前的比特数 $N_{pld,u}$ 和编码后的比特数 $N_{avbits,u}$:

$$N_{pld,u} = (N_{SYM,init} - 1)N_{DBPS,u} + N_{DBPS,last,init,u} \quad (12)$$

$$N_{avbits,u} = (N_{SYM,init} - 1)N_{CBPS,u} + N_{CBPS,last,init,u} \quad (13)$$

对于 PPDU 带宽大于 320MHz 来说, 使用低密度奇偶校验 (low density parity code, LDPC) 可以有效提高编码性能, 以及提高编码效率, 因此本申请实施例均以 LDPC 编码为例进行说明。随着标准的进展, 后续可能还会出现其他类型的编码方案, 本申请实施例对此不作限定。

(5.1) 使用 LDPC 编码过程进行编码, 如果至少一个用户满足以下条件:

$$\left(N_{punc,u} > 0.1 \times N_{CW,u} \times L_{LDPC,u} \times (1 - R_u) \right) \text{AND} \left(N_{shrt,u} < 1.2 \times N_{punc,u} \times \frac{R_u}{1 - R_u} \right) \text{is true or if } N_{punc,u} > 0.3 \times N_{CW,u} \times L_{LDPC,u} \times (1 - R_u) \text{ is true} \quad (14)$$

其中, $N_{punc,u}$ 表示用户 u 被打孔的数目, $N_{CW,u}$ 表示用户 u 的码字 (codewords), $L_{LDPC,u}$ 表示 LDPC 的码长, $N_{shrt,u}$ 表示用户 u 的缩短比特数目。上述条件用文字描述为: (1) 打孔数目超过校验比特 10% 且打孔数目占校验比特总数的比例大于缩短数目占总系统比特的 5/6; (2) 打孔数目超过校验总比特数目的 30%。如果该条件满足, 那么 EHT-SIG/UHR-SIG/IMMW-SIG (仅为示例) 中的 LDPC 额外符号段 (LDPC extra symbol segment) 域会被置为 1, 所有使用 LDPC 编码的用户都需要重新计算 $N_{avbits,u}$ 和 $N_{punc,u}$ 。

(5.2) 重新计算 $N_{avbits,u}$ 和 $N_{punc,u}$:

$$N_{avbits,u} = \begin{cases} N_{avbits,u} + N_{CBPS,u} - 3N_{CBPS,short,u} & \text{if } a_{init} = 3 \\ N_{avbits,u} + N_{CBPS,short,u} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (15)$$

$$N_{punc,u} = \max(0, (N_{CW,u} \times L_{LDPC,u}) - N_{avbits,u} - N_{shrt,u}) \quad (16)$$

(5.3) 所有用户的 a 和 N_{SYM} 都需要重新计算:

$$\begin{cases} N_{SYM} = N_{SYM,init} + 1 \text{ and } a = 1, \text{ if } a_{init} = 4 \\ N_{SYM} = N_{SYM,init} \text{ and } a = a_{init} + 1, \text{ otherwise} \end{cases} \quad (17)$$

(5.4) 如果所有使用 LDPC 编码的用户都不满足 (5.1) 所示的两个条件, 或者所有的用户都采用 BCC 编码, 那么 EHT-SIG/UHR-SIG/IMMW-SIG (仅为示例) 中的 LDPC Extra Symbol Segment 域会被置为 0。那么 a 和 N_{SYM} 的计算为:

$$N_{SYM} = N_{SYM,init} \quad (18)$$

$$a = a_{init} \quad (19)$$

以上公式 (4) ~ 公式 (19) 所示的计算 a 和 N_{SYM} 的过程仅为示例, 随着标准的进展, 可能会出现其他的计算过程来计算 a 和 N_{SYM} , 本申请实施例对此不作限定。

以下以上述公式 (5) 和公式 (6) 为例说明 M 的设计方案。

本申请实施例中, M 的取值可以保证 $N_{DBPS,short,u}$ 为整数。通过保证 $N_{DBPS,short,u}$ 为整数, 可以顺利地保证编码的进行。

如上述公式 (5) 和公式 (6) 所示, $N_{DBPS,short,u} = N_{CBPS,short,u} \cdot R_u$, $N_{CBPS,short,u} = N_{SD,short,u} \cdot N_{SS,u} \cdot N_{BPSCS,u}$ 。因此 M 的取值通过保证 $N_{DBPS,short,u}$ 为整数, $N_{SD,short,u} \cdot N_{BPSCS,u} \cdot R_u$ 也可以为整数。

通常来说, $N_{BPSCS,u} \cdot R_u$ 的组合可以为 $\left[\frac{1}{2}, 1, \frac{3}{2}, 2, 3, 4, \frac{9}{2}, 5, 6, \frac{20}{3}, \frac{15}{2}, \frac{25}{3}, 9, 10 \right]$, 因此 $M=6$ (前述组合的分母的最小公倍数) 时, 可以有效地保证 $N_{DBPS,short,u}$ 为整数。同时, 上述公式 (1) ~ 公式 (3) 可以有效地保证 $N_{SD,short,u}$ 是 6 的倍数。

当然, 当后续标准出现新的码率时, 也可以按照上述方式来确定 M , 如 M 可以等于 $N_{BPSCS,u} \cdot R_u$ 的组合的最小公倍数。

本申请实施例中, 上述公式 (1) 至公式 (3) 所示的方法不仅可以保证 $N_{DBPS,short,u}$ 为整数, 而且还可以保证 $N_{SD,short}$ 是 M 的倍数。由此不仅方便计算, 不用为每个 RU 或每个参数 a 均设计 $N_{DBPS,short,u}$ 和 $N_{CBPS,short,u}$ 的表格, 有效减少了运算复杂度。如当 $N_{SD,short}$ 不是 M 的倍数时, 就需要基于不同的码率和调制方式分别指示对应的 $N_{SD,short}$, 从而增加运算复杂度。

以下介绍本申请实施例所示的仿真结果。

图 7a 和图 7b 是本申请实施例提供的仿真结果示意图。图 7a 和图 7b 示出的数据长度与 a 的关系示意

图。横坐标表示数据长度，纵坐标表示 a 的不同值。

以 4x996-tone 为例，选取 256-QAM 和 3/4 码率的编码调制方式，采用了两种 $N_{SD,short}$ 的值：984（如表 9 所示的值）和 978（比 984 更小的值）。

图 7a 表示，当 $N_{SD,short}=978$ 时，在 1460~1465Bytes 的区间内， a 为 2；在 1466~1480Bytes 区间内， a 为 3。当 $N_{SD,short}=984$ 时，在 1460~1474Bytes 的区间内， a 为 2；在 1475~1480Bytes 区间内， a 为 3。

图 7b 表示，当 $N_{SD,short}=978$ 时，在 1460~1465Bytes 的区间内，LDPC Extra Symbol Segment 域会被置为 1，在 1466~1480Bytes 区间内，LDPC Extra Symbol Segment 域会被置为 0。当 $N_{SD,short}=984$ 时，在 1460~1474Bytes 的区间内，LDPC Extra Symbol Segment 域会被置为 1；在 1475~1480Bytes 区间内，LDPC Extra Symbol Segment 域会被置为 0。

因此可以看出，在区间 1466~1474Bytes 内，小的 $N_{SD,short}$ 能够提前计算出最终的 a 的值，而大的 $N_{SD,short}$ 需要增加额外计算。

以下将介绍本申请实施例提供的通信装置。

本申请根据上述方法实施例对通信装置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 8 至图 10 详细描述本申请实施例的通信装置。

图 8 是本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图，如图 8 所示，该通信装置包括处理模块 801 和收发模块 802。收发模块 802 可以实现相应的通信功能，处理模块 801 用于进行数据处理。如收发模块 802 还可以称为接口、通信接口或通信模块等。

在本申请的一些实施例中，该通信装置可以用于执行上文方法实施例中第一通信装置所执行的动作，这时，该通信装置可以为 Wi-Fi 设备本身或者可配置于 Wi-Fi 设备的部件（如芯片或系统或功能模块等），收发模块 802 用于执行上文方法实施例中第一通信装置的收发相关的操作，处理模块 801 用于执行上文方法实施例中第一通信装置处理相关的操作。

处理模块 801，用于生成 PPDU；收发模块 802，用于发送或输出 PPDU。

示例性的，PPDU 对应于至少一个目标用户，PPDU 包括对应于目标用户的数据字段，目标用户对应的参数 $N_{SD,short}$ 是由用于传输数据字段的资源单元 RU 或多资源单元 MRU 以及数据字段的调制编码策略 MCS 确定的，参数 $N_{SD,short}$ 用于对数据字段进行前向纠错编码 FEC 前填充，参数 N_{SD} 的值等于用于传输数据字段的 RU 或 MRU 中数据子载波的总个数，参数 N_{SD} 的值大于 3920， $N_{SD,short} \leq \frac{1}{N} \times N_{SD}$ ，或者， $N_{SD,short} \geq \frac{1}{N} \times N_{SD}$ ，或者， $|N_{SD,short} - \frac{1}{N} N_{SD}| \leq \varepsilon$ ， $\varepsilon \leq \frac{M}{2}$ ；其中， N 的值与数据字段占用的最后一个 OFDM 符号划分的片段数相同， N 为正整数， M 为正整数。

用于传输数据字段的 RU 或 MRU 与 $N_{SD,short}$ 之间的关系可以参考上文方法实施例，此处不再一一详述。关于 $N_{SD,short}$ 满足的特性可以参考上述特性 1~特性 5 的描述。

示例性的，处理模块 801 可以包括如下至少一项组件：导频子载波组件、星座映射器、编码器、流循环移位组件、空间与频率映射组件、IDFT 组件、插入循环前缀和加窗组件。示例性的，收发模块 802 可以包括射频组件、天线组件等。示例性的，收发模块 802 可以包括管脚组件等。

复用图 8，在本申请的另一些实施例中，该通信装置可以用于执行上文方法实施例中第二通信装置所执行的动作，这时，该通信装置可以为 Wi-Fi 设备本身或者可配置于 Wi-Fi 设备的部件（如芯片或系统或功能模块等），收发模块 802 用于执行上文方法实施例中第二通信装置的收发相关的操作，处理模块 801 用于执行上文方法实施例中第二通信装置处理相关的操作。

收发模块 802，用于输入或接收 PPDU；处理模块 801，用于解析该 PPDU。

示例性的，处理模块 801 可以包括如下至少一项组件：导频子载波组件、去掉循环前缀组件、DFT 组件、解交织组件、解星座组件、解编码器、解扰器。示例性的，收发模块 802 可以包括射频组件、天线组件等。示例性的，收发模块 802 可以包括管脚组件等。

可选地，上述各个实施例中，通信装置还可以包括存储模块，该存储模块可以用于存储指令和/或数据（如上文所示的导频初始值等），处理模块 801 可以读取存储模块中的指令和/或数据，以使得通信装置实现前述方法实施例。

上述各个实施例中，关于 PPDU、目标用户、数据字段、参数 $N_{SD,short}$ 、参数 N_{SD} 等术语或步骤的具体

说明等可以参考上文方法实施例中的介绍，这里不再一一详述。

上述各个实施例示出的收发模块和处理模块的具体说明仅为示例，对于收发模块和处理模块的具体功能或执行的步骤等，可以参考上述方法实施例，这里不再详述。

以上介绍了本申请实施例的通信装置，以下介绍所述通信装置可能的产品形态。但凡具备上述图 8 所述的通信装置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。以下介绍仅为举例，不限制本申请实施例的通信装置的产品形态仅限于此。

在一种可能的实现方式中，图 8 所示的通信装置中，处理模块 801 可以是一个或多个处理器，收发模块 802 可以是收发器，或者收发模块 802 还可以是发送模块和接收模块，发送模块可以是发送器，接收模块可以是接收器，该发送模块和接收模块集成于一个器件，例如收发器。本申请实施例中，处理器和收发器可以被耦合等，对于处理器和收发器的连接方式，本申请实施例不作限定。在执行上述方法的过程中，上述方法中有关发送信息的过程，可以为由处理器输出上述信息的过程。在输出上述信息时，处理器将该上述信息输出给收发器，以便由收发器进行发射。该上述信息在由处理器输出之后，还可能需要进行其他的处理，然后才到达收发器。类似的，上述方法中有关接收信息的过程，可以为处理器接收输入的上述信息的过程。处理器接收输入的信息时，收发器接收该上述信息，并将其输入处理器。更进一步的，在收发器收到该上述信息之后，该上述信息可能需要进行其他的处理，然后才输入处理器。

如图 9 所示，该通信装置 90 包括一个或多个处理器 920 和收发器 910。

示例性的，当该通信装置用于执行上述第一通信装置执行的步骤或方法或功能时，处理器 920，用于生成 PPDU；收发器 910，用于发送 PPDU。

示例性的，当该通信装置用于执行上述第二通信装置执行的步骤或方法或功能时，收发器 910，用于接收 PPDU；处理器 920，还用于解析 PPDU。

上述各个实施例中，关于 PPDU、目标用户、数据字段、参数 $N_{SD,short}$ 、参数 N_{SD} 等术语或步骤的具体说明等可以参考上文方法实施例中的介绍，这里不再一一详述。

在图 9 所示的通信装置的各个实现方式中，收发器可以包括接收机和发射机，该接收机用于执行接收的功能（或操作），该发射机用于执行发射的功能（或操作）。以及收发器用于通过传输介质和其他设备/装置进行通信。

可选的，通信装置 90 还可以包括一个或多个存储器 930，用于存储程序指令和/或数据。存储器 930 和处理器 920 耦合。本申请实施例中的耦合是装置、单元或模块之间的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式，用于装置、单元或模块之间的信息交互。处理器 920 可能和存储器 930 协同操作。处理器 920 可以执行存储器 930 中存储的程序指令。可选的，上述一个或多个存储器中的至少一个可以包括于处理器中。示例性的，存储器可以用于上述表 1 至表 10 中的至少一个表格。

本申请实施例中不限定上述收发器 910、处理器 920 以及存储器 930 之间的具体连接介质。本申请实施例在图 9 中以存储器 930、处理器 920 以及收发器 910 之间通过总线 940 连接，总线在图 9 中以粗线表示，其它部件之间的连接方式，仅是进行示意性说明，并不引以为限。所述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 9 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。

在本申请实施例中，处理器可以是通用处理器、数字信号处理器、专用集成电路、现场可编程门阵列或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等，可以实现或者执行本申请实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者任何常规的处理器等。结合本申请实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件处理器执行完成，或者用处理器中的硬件及软件模块组合执行完成等。

本申请实施例中，存储器可包括但不限于硬盘（hard disk drive, HDD）或固态硬盘（solid-state drive, SSD）等非易失性存储器，随机存储记忆体（Random Access Memory, RAM）、可擦除可编程只读存储器（Erasable Programmable ROM, EPROM）、只读存储器（Read-Only Memory, ROM）或便携式只读存储器（Compact Disc Read-Only Memory, CD-ROM）等等。存储器是能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的程序代码，并能够由计算机（如本申请示出的通信装置等）读和/或写的任何存储介质，但不限于此。本申请实施例中的存储器还可以是电路或者其它任意能够实现存储功能的装置，用于存储程序指令和/或数据。

处理器 920 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 930 主要用于存储软件程序和数据。收发器 910 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 920 可以读取存储器 930 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 920 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 920,处理器 920 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。

本申请实施例示出的通信装置还可以具有比图 9 更多的元器件等,本申请实施例对此不限定。以上所示的处理器和收发器所执行的方法仅为示例,对于该处理器和收发器具体所执行的步骤可参照上文介绍的方法。

在另一种可能的实现方式中,图 8 所示的通信装置中,处理模块 801 可以是一个或多个逻辑电路,收发模块 802 可以是输入输出接口,又或者称为通信接口,或者接口电路,或接口等等。或者收发模块 802 还可以是发送模块和接收模块,发送模块可以是输出接口,接收模块可以是输入接口,该发送模块和接收模块集成于一个模块,例如输入输出接口。如图 10 所示,图 10 所示的通信装置包括逻辑电路 1001 和接口 1002。即上述处理模块 801 可以用逻辑电路 1001 实现,收发模块 802 可以用接口 1002 实现。其中,该逻辑电路 1001 可以为芯片、处理电路、集成电路或片上系统(system on chip, SoC)芯片等,接口 1002 可以为通信接口、输入输出接口、管脚等。示例性的,图 10 是以上述通信装置为芯片为例出的,该芯片包括逻辑电路 1001 和接口 1002。示例性的,该芯片也可以包括存储器,该存储器可以用于存储 N_1 个时变函数值、 N_1 个时变函数、时变函数矩阵等。或者,该存储器可以用于存储计算机指令。如逻辑电路 1001 可以基于该指令执行如第一通信装置执行的方法或功能或步骤。又如逻辑电路 1001 可以基于该指令执行如第二通信装置执行的方法或功能或步骤。

本申请实施例中,逻辑电路和接口还可以相互耦合。对于逻辑电路和接口的具体连接方式,本申请实施例不限定。

示例性的,当通信装置用于执行上述第一通信装置执行的方法或功能或步骤时,逻辑电路 1001,用于生成 PPDU;接口 1002,用于输出 PPDU。

示例性的,当通信装置用于执行上述第二通信装置执行的方法或功能或步骤时,接口 1002,用于输入 PPDU;逻辑电路 1001,用于解析该 PPDU。

本申请实施例示出的通信装置可以采用硬件的形式实现本申请实施例提供的方法,也可以采用软件的形式实现本申请实施例提供的方法等,本申请实施例对此不限定。

上述各个实施例中,关于 PPDU、目标用户、数据字段、参数 $N_{SD,short}$ 、参数 N_{SD} 等术语或步骤的具体说明等可以参考上文方法实施例中的介绍,这里不再一一详述。对于图 10 所示的各个实施例的具体实现方式,还可以参考上述各个实施例,这里不再详述。

本申请实施例还提供了一种无线通信系统,该无线通信系统包括第一通信装置和第二通信装置,第一通信装置和第二通信装置可以用于执行前述任一实施例中的方法。

此外,本申请还提供一种计算机程序,该计算机程序用于实现本申请提供的方法中由第一通信装置设备执行的操作和/或处理。

本申请还提供一种计算机程序,该计算机程序用于实现本申请提供的方法中由第二通信装置设备执行的操作和/或处理。

本申请还提供一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质中存储有计算机代码,当计算机代码在计算机上运行时,使得计算机执行本申请提供的方法中由第一通信装置设备执行的操作和/或处理。

本申请还提供一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质中存储有计算机代码,当计算机代码在计算机上运行时,使得计算机执行本申请提供的方法中由第二通信装置设备执行的操作和/或处理。

本申请还提供一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括计算机代码或计算机程序,当该计算机代码或计算机程序在计算机上运行时,使得本申请提供的方法中由第一通信装置设备执行的操作和/或处理被执行。

本申请还提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括计算机代码或计算机程序，当该计算机代码或计算机程序在计算机上运行时，使得本申请提供的方法中由第二通信装置设备执行的操作和/或处理被执行。

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是示意性的，例如，所述模块的划分，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，例如多个模块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。另外，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口、装置或单元的间接耦合或通信连接，也可以是电的，机械的或其它的形式连接。

所述作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的，作为模块显示的部件可以是或者也可以不是物理模块，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络模块上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本申请实施例提供的方案的技术效果。

另外，在本申请各个实施例中的各功能模块可以集成在一个处理模块中，也可以是各个模块单独物理存在，也可以是两个或两个以上模块集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。

所述集成的模块如果以软件功能模块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可读存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的可读存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（read-only memory, ROM）、随机存取存储器（random access memory, RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1. 一种通信方法，其特征在于，所述方法包括：

生成物理层协议数据单元 PPDU，所述 PPDU 对应于至少一个目标用户，所述 PPDU 包括对应于所述目标用户的数据字段，所述目标用户对应的参数 $N_{SD,short}$ 是由用于传输所述数据字段的资源单元 RU 或多个资源单元 MRU 以及所述数据字段的调制编码策略 MCS 确定的， $N_{SD,short} \leq \frac{1}{N} \times N_{SD}$ ，或者， $N_{SD,short} \geq \frac{1}{N} \times N_{SD}$ ，或者， $|N_{SD,short} - \frac{1}{N} N_{SD}| \leq \varepsilon$ ， $\varepsilon \leq \frac{M}{2}$ ；其中，所述参数 N_{SD} 的值等于用于传输所述数据字段的 RU 或 MRU 中数据子载波的总个数，所述参数 N_{SD} 的值大于 3920，所述 N 的值与所述数据字段占用的最后一个 OFDM 符号划分的片段数相同，所述参数 $N_{SD,short}$ 用于表示 N 个分段中第一个分段对应的数据子载波的个数，所述 N 为正整数，M 为正整数；

发送所述 PPDU。

2. 一种通信方法，其特征在于，所述方法包括：

接收物理层协议数据单元 PPDU，所述 PPDU 对应于至少一个目标用户，所述 PPDU 包括对应于所述目标用户的数据字段，所述目标用户对应的参数 $N_{SD,short}$ 是由用于传输所述数据字段的资源单元 RU 或多个资源单元 MRU 以及所述数据字段的调制编码策略 MCS 确定的， $N_{SD,short} \leq \frac{1}{N} \times N_{SD}$ ，或者， $N_{SD,short} \geq \frac{1}{N} \times N_{SD}$ ，或者， $|N_{SD,short} - \frac{1}{N} N_{SD}| \leq \varepsilon$ ， $\varepsilon \leq \frac{M}{2}$ ；其中，所述参数 N_{SD} 的值等于用于传输所述数据字段的 RU 或 MRU 中数据子载波的总个数，所述参数 N_{SD} 的值大于 3920，所述参数 $N_{SD,short}$ 用于表示 N 个分段中第一个分段对应的数据子载波的个数，所述 N 的值与所述数据字段占用的最后一个 OFDM 符号划分的片段数相同，所述 N 为正整数，M 为正整数；

解析所述 PPDU。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，N=4，M=6，MCS 的索引为 y~z 时，用于传输所述数据字段的 RU 或 MRU 与所述 $N_{SD,short}$ 之间满足如下关系：

RU 或 MRU 尺寸	$N_{SD,short}$ 的值
4x996+484 个子载波	1092
5x996 个子载波	1224
5x996+484 个子载波	1338
6x996 个子载波	1470
6x996+484 个子载波	1584
7x996 个子载波	1710
7x996+484 个子载波	1830
8x996 个子载波	1956

其中，y 和 z 用于标识所述 MCS 的索引，y、z 均为大于或等于 0 的整数。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述 $N_{SD,short}$ 与所述 N_{SD} 之间满足如下关系：

$$N_{SD,short} = \text{floor}(N_{SD} \div N \div M) \times M$$

其中，floor(x) 表示对 x 向下取整， $x = N_{SD} \div N \div M$ ，M 为正整数。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，N=4，M=6，MCS 的索引为 y~z 时，用于传输所述数据字段的 RU 或 MRU 与所述 $N_{SD,short}$ 之间满足如下关系：

RU 或 MRU 尺寸	$N_{SD,short}$ 的值
4x996+484 个子载波	1098
5x996 个子载波	1230
5x996+484 个子载波	1344
6x996 个子载波	1470
6x996+484 个子载波	1590
7x996 个子载波	1716
7x996+484 个子载波	1836
8x996 个子载波	1962

其中，y 和 z 用于标识所述 MCS 的索引，y、z 均为大于或等于 0 的整数。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述 $N_{SD,short}$ 与所述 N_{SD} 之间满足如下关系：

$$N_{SD,short} = \text{ceil}(N_{SD} \div N \div M) \times M$$

其中， $\text{ceil}(x)$ 表示对 x 向上取最小整数， $x = N_{SD} \div N \div M$ ， M 为正整数。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于， $N=4$ ， $M=6$ ，MCS 的索引为 $y \sim z$ 时，用于传输所述数据字段的 RU 或 MRU 与所述 $N_{SD,short}$ 之间满足如下关系：

RU 或 MRU 尺寸	$N_{SD,short}$ 的值
4x996+484 个子载波	1098
5x996 个子载波	1224
5x996+484 个子载波	1344
6x996 个子载波	1470
6x996+484 个子载波	1590
7x996 个子载波	1716
7x996+484 个子载波	1830
8x996 个子载波	1962

其中， y 和 z 用于标识所述 MCS 的索引， y 、 z 均为大于或等于 0 的整数。

8. 根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述 $N_{SD,short}$ 与所述 N_{SD} 之间满足如下关系：

$$N_{SD,short} = \text{round}(N_{SD} \div N \div M) \times M$$

其中， $\text{round}(x)$ 表示对 x 四舍五入， $x = N_{SD} \div N \div M$ 。

9. 根据权利要求 4、6、8 任一项所述的方法，其特征在于， $y=0$ ， $z=13$ 。

10. 根据权利要求 1-9 任一项所述的方法，其特征在于，所述用于传输所述 PPDU 的带宽为 480MHz 或 640MHz。

11. 一种通信装置，其特征在于，包括用于执行如权利要求 1、3-10 任一项所述方法的模块，或者，包括用于执行如权利要求 2-10 任一项所述方法的模块。

12. 一种通信装置，其特征在于，包括处理器，所述处理器用于执行如权利要求 1、3-10 任一项所述的方法，或者，所述处理器用于执行如权利要求 2-10 任一项所述的方法。

13. 一种通信装置，其特征在于，包括逻辑电路和接口，所述逻辑电路和接口耦合；

所述接口用于输入和/或输出信息，所述逻辑电路用于执行如权利要求 1、3-10 任一项所述的方法，或者，所述逻辑电路用于执行如权利要求 2-10 任一项所述的方法。

14. 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用于存储计算机程序，所述计算机程序被执行时，如权利要求 1、3-10 任一项所述的方法被执行，或者，如权利要求 2-10 任一项所述的方法被执行。

15. 一种通信系统，其特征在于，包括第一通信装置和第二通信装置，所述第一通信装置用于执行如权利要求 1、3-10 任一项所述的方法，所述第二通信装置用于执行如权利要求 2-10 任一项所述的方法。