

设计短训练序列的方法和装置

- 5 本申请要求于2018年07月27日提交中国专利局、申请号为201810846832.3、申请名称为“设计短训练序列的方法和装置”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

- 10 本申请涉及通信领域，并且更具体地，涉及一种设计短训练序列的方法和装置。

背景技术

- 从802.11a经802.11g、802.11n、802.11ac到802.11ax的演进过程中，可用频段包括2.4吉赫（GHz）和5GHz。随着开放的频段越来越多，802.11所支持的最大信道带宽从20兆赫（MHz）扩展到40MHz再扩展到160MHz。2017年，美国联邦通信委员会（federal communications commission, FCC）开放了一段新的免费频段6GHz（5925-7125 MHz），802.11ax标准工作者在802.11ax项目授权申请书（project authorization requests, PAR）中把802.11ax设备工作范围从2.4GHz、5GHz拓展到2.4GHz、5GHz和6GHz。由于新开放的6GHz频段可用带宽更大，可以预见，在802.11ax之后的下一代标准演进中，会支持大于160MHz的信道带宽。

那么，针对更大的信道带宽，如何设计短训练字段（short training field, STF），是一个值得关心的问题。

发明内容

- 25 本申请提供一种设计短训练序列的方法和装置，能够针对更大的信道带宽，设计短训练序列，并且能够向后兼容。

第一方面，提供了一种发送短训练字段的方法，该方法包括：确定短训练序列；在目标信道上发送短训练字段，所述短训练字段是由所述短训练序列经过快速傅里叶逆变换IFFT得到的，其中，所述目标信道的带宽大于160MHz。

- 30 基于上述技术方案，确定更大信道带宽所对应的短训练序列，可以支持接收端对在更大信道带宽上传输的数据进行自动增益控制。该短训练序列可以基于现有信道带宽的短训练序列得到，并且，通过仿真计算，例如调节参数，可以获得性能较好的短训练序列。然后，该短训练序列经过快速傅立叶变换得到短训练字段。根据本申请实施例，不仅可以满足实际中的更大信道带宽，且向后兼容，而且通过对参数进行穷举仿真验证了本申请实施例提供的短训练序列，峰均功率值PAPR较小，性能较优，进而提高接收端的自动增益控制电路的估计效果，从而降低接收误码率。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述短训练序列是基于M序列变换得到的；或，所述短训练序列是基于参考信道的带宽所对应的高效频域序列HES变换得

到的, 其中, 所述参考信道的带宽小于或等于 160MHz。

基于上述技术方案, 针对更大信道的带宽所对应的短训练序列, 可以是直接基于 M 序列得到, 例如, 根据标准 802.11ax 可知, HE-STF 的高效短训练序列是基于 M 序列, 通过复用、相位旋转和拼接构建而成。M 序列在 802.11ax 标准中定义为
 5 $M = \{-1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, -1, 1\}$ 。或者, 也可以是基于现有信道所对应的高效频域序列 HES 得到, 例如 80MHz 或 160MHz 对应的 HES, 从而可以与现有的短训练序列兼容。关于 HES, 在标准中, 802.11ax 定义了 HE-STF 在频域上的值 $HES_{a:b:c}$, 其中, a、c 表示的是起始子载波的下标标号, b 表示间隔。a:b:c 表示从子载波 a 开始每隔 b 个子载波到子载波 c。在其它子载波上, HES 值为 0。

10 结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述目标信道的带宽为 240MHz, 当所述短训练字段包括的周期长度为 0.8 μ s 时, 所述短训练序列表示为:

$\{L1, 1, -R1, 1, -L1, 0, R1, 0, -L1, 0, -R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1, -1, R1, -1, L1, 0, -R1, 0, L1, 0, R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1, 1, -R1, -1, -L1, 0, -R1, 1, L1, 1, R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 15 $\{-L1, -1, R1, 1, L1, 0, R1, -1, -L1, -1, -R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1, 1, -R1, 1, -L1, 0, R1, 1, -L1, 0, -R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1, -1, R1, -1, L1, 0, -R1, -1, L1, 0, R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1, 0, -R1, 0, -L1, 0, R1, -1, -L1, 0, -R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1, 0, R1, 0, L1, 0, -R1, 1, L1, 0, R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 20 $\{L1, 1, -R1, 0, -L1, 0, R1, -1, -L1, 0, -R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1, -1, R1, 0, L1, 0, -R1, 1, L1, 0, R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$;

其中, L1 表示为 $\{M, 1, -M\}$, R1 表示为 $\{-M, 1, -M\}$, -L1 表示为 $\{-M, -1, M\}$, -R1 表示为 $\{M, -1, M\}$ 。

上述技术方案中, 240MHz 带宽共有 3072 个子载波, 当短训练字段包括的周期长度为 0.8 μ s 时, 短训练序列可以表示为 $S_{-1520:16:1520}$ 。其中, -1520、1520 表示的是起始子载波的下标标号, 16 表示间隔。-1520:16:1520 表示从下标为 -1520 的子载波开始每隔 16 个子载波到下标为 1520 的子载波。在其它子载波上, 频域序列值为 0。因此, 上述短训练序列给出的这些值分别对应从下标为 -1520 的子载波开始每隔 16 个子载波到下标为 1520 的子载波的频域序列值。L1、R1 为与 80MHz、周期长度为 0.8 μ s 的短训练字段所对应的短训练序列相关的序列。从而 240MHz 的短训练序列可以与 80MHz 的短训练序列兼容。且上述 240MHz 的短训练序列, 可以支持大带宽 (带宽大于 160MHz) 信道上的自动增益控制, 并且经过仿真验证, 这些短训练序列的峰均功率比较小, 可以支持大带宽信道上的自动增益控制, 并且可以提高接收端的自动增益控制电路的估计效果, 从而降低接收误码率。

35 结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述目标信道的带宽为 240MHz, 当所述短训练字段包括的周期长度为 1.6 μ s 时, 所述短训练序列表示为:

$\{L2, -1, -R2, -1, L2, 0, R2, 1, -L2, 1, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2, 1, R2, 1, -L2, 0, -R2, -1, L2, -1, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L2, 0, -R2, -1, L2, 0, R2, 1, -L2, 1, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2, 0, R2, 1, -L2, 0, -R2, -1, L2, -1, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或

- 5 $\{L2,-1,-R2,-1,L2,0,R2,1,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2,1,R2,1,-L2,0,-R2,-1,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L2,-1,-R2,-1,L2,0,R2,0,-L2,1,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2,1,R2,1,-L2,0,-R2,0,L2,-1,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L2,-1,-R2,0,L2,0,R2,1,-L2,1,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2,1,R2,0,-L2,0,-R2,-1,L2,-1,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$;

其中, $L2$ 表示为 $\{M,-1,M,-1,-M,-1,M\}$, $R2$ 表示为 $\{-M,1,M,1,-M,1,-M\}$, $-L2$ 表示为 $\{-M,1,-M,1,M,1,-M\}$, $-R2$ 表示为 $\{M,-1,-M,-1,M,-1,M\}$ 。

- 10 上述技术方案中, 240MHz 带宽共有 3072 个子载波, 当短训练字段包括的周期长度为 1.6 μ s 时, 短训练序列可以表示为 $S_{-1528:8:1528}$ 。其中, -1528、1528 表示的是起始子载波的下标标号, 8 表示间隔。-1528:8:1528 表示从下标为-1528的子载波开始每隔 8 个子载波到下标为 1528 的子载波。在其它子载波上, 频域序列值为 0。因此, 上述短训练序列给出的这些值分别对应从下标为-1528的子载波开始每隔 8 个子载波到下标为 1528 的子载波的频域序列值。其中, $L2$ 、 $R2$ 为与 80MHz、1.6 μ s 的短训练序列相关的序列。从而 240MHz
 15 的短训练序列可以与 80MHz 的短训练序列兼容。且上述 240MHz 的短训练序列, 可以支持大带宽 (带宽大于 160MHz) 信道上的自动增益控制, 并且经过仿真验证, 这些短训练序列的峰均功率比较小, 可以支持大带宽信道上的自动增益控制, 并且可以提高接收端的自动增益控制电路的估计效果, 从而降低接收误码率。

- 20 结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述目标信道的带宽为 320MHz, 当所述短训练字段包括的周期长度为 0.8 μ s 时, 所述短训练序列表示为:

- $\{L1,0,-R1,0,L1,0,R1,0,L1,0,-R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1,0,R1,0,-L1,0,-R1,0,-L1,0,R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1,0,-R1,-1,L1,0,R1,0,L1,0,-R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1,0,R1,1,-L1,0,-R1,0,-L1,0,R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 25 $\{L1,0,-R1,0,-L1,0,R1,0,-L1,0,-R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1,0,R1,0,L1,0,-R1,0,L1,0,R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1,0,-R1,0,L1,0,-R1,0,-L1,0,-R1,0,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1,0,R1,0,-L1,0,R1,0,L1,0,-R1,0,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1,0,-R1,1,L1,0,-R1,0,-L1,0,-R1,-1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 30 $\{-L1,0,R1,-1,-L1,0,R1,0,L1,0,R1,1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$;

其中, $L1$ 表示为 $\{M,1,-M\}$, $R1$ 表示为 $\{-M,1,-M\}$, $-L1$ 表示为 $\{-M,-1,M\}$, $-R1$ 表示为 $\{M,-1,M\}$ 。

- 35 上述技术方案中, 320MHz 带宽共有 4096 个子载波, 当短训练字段包括的周期长度为 0.8 μ s 时, 短训练序列可以表示为 $S_{-2032:16:2032}$ 。其中, -2032、2032 表示的是起始子载波的下标标号, 16 表示间隔。-2032:16:2032 表示从下标为-2032的子载波开始每隔 16 个子载波到下标为 2032 的子载波。在其它子载波上, 频域序列值为 0。因此, 上述短训练序列给出的这些值分别对应从下标为-2032的子载波开始每隔 16 个子载波到下标为 2032 的子载波的频域序列值。其中, $L1$ 、 $R1$ 为与 80MHz、周期长度为 0.8 μ s 所对应的短训练序列相关的序列。从而 320MHz 的短训练序列可以与 80MHz 的短训练序列兼容。且上述

320MHz 的短训练序列，可以支持大带宽（带宽大于 160MHz）信道上的自动增益控制，并且经过仿真验证，这些短训练序列的峰均功率比较小，可以支持大带宽信道上的自动增益控制，并且可以提高接收端的自动增益控制电路的估计效果，从而降低接收误码率。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述目标信道的带宽为 320MHz，当
5 所述短训练字段包括的周期长度为 0.8μs 时，所述短训练序列表示为：

$$\begin{aligned} & \{L3,0,R3,0,-L3,-1,R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-L3,0,-R3,0,L3,1,-R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{L3,0,R3,0,-L3,0,R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-L3,0,-R3,0,L3,0,-R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ 10 & \{L3,1,-R3,0,-L3,1,-R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-L3,-1,R3,0,L3,-1,R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{L3,1,-R3,0,-L3,0,-R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-L3,-1,R3,0,L3,0,R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{L3,1,R3,0,-L3,-1,R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ 15 & \{-L3,-1,-R3,0,L3,1,-R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \end{aligned}$$

其中，L3 表示为{M,1,-M,0,-M,1,-M}，R3 表示为{-M,-1,M,0,-M,1,-M}，-L3 表示为{-M,-1,M,0,M,-1,M}，-R3 表示为{M,1,-M,0,M,-1,M}。

上述技术方案中，320MHz 带宽共有 4096 个子载波，当短训练字段包括的周期长度为 0.8μs 时，短训练序列可以表示为 $S_{-2032:16:2032}$ 。其中，-2032、2032 表示的是起始子载波的下标标号，16 表示间隔。-2032:16:2032 表示从下标为-2032 的子载波开始每隔 16 个子载波到下标为 2032 的子载波。在其它子载波上，频域序列值为 0。因此，上述短训练序列给出的这些值分别对应从下标为-2032 的子载波开始每隔 16 个子载波到下标为 2032 的子载波的频域序列值。其中，L3、R3 为与 160MHz、周期长度为 0.8μs 所对应的短训练序列相关的序列。从而 320MHz 的短训练序列可以与 160MHz 的短训练序列兼容。且上述
20 320MHz 的短训练序列，可以支持大带宽（带宽大于 160MHz）信道上的自动增益控制，并且经过仿真验证，这些短训练序列的峰均功率比较小，可以支持大带宽信道上的自动增益控制，并且可以提高接收端的自动增益控制电路的估计效果，从而降低接收误码率。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述目标信道的带宽为 320MHz，当
25 所述短训练字段包括的周期长度为 1.6μs 时，所述短训练序列表示为：

$$\begin{aligned} 30 & \{L2,0,-R2,-1,L2,0,-R2,0,L2,0,R2,-1,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-L2,0,R2,1,-L2,0,R2,0,-L2,0,-R2,1,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{L2,0,-R2,0,L2,0,-R2,0,L2,0,R2,-1,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-L2,0,R2,0,-L2,0,R2,0,-L2,0,-R2,1,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{L2,0,-R2,-1,L2,0,-R2,0,L2,0,R2,0,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ 35 & \{-L2,0,R2,1,-L2,0,R2,0,-L2,0,-R2,0,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{L2,0,-R2,1,L2,0,-R2,0,L2,0,R2,-1,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-L2,0,R2,-1,-L2,0,R2,0,-L2,0,-R2,1,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{L2,0,-R2,0,L2,0,-R2,0,L2,0,R2,0,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-L2,0,R2,0,-L2,0,R2,0,-L2,0,-R2,0,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \end{aligned}$$

其中, L_2 表示为 $\{M, -1, M, -1, -M, -1, M\}$, R_2 表示为 $\{-M, 1, M, 1, -M, 1, -M\}$, $-L_2$ 表示为 $\{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M\}$, $-R_2$ 表示为 $\{M, -1, -M, -1, M, -1, M\}$ 。

上述技术方案中, 320MHz 带宽共有 4096 个子载波, 当短训练字段包括的周期长度为 1.6 μ s 时, 短训练序列可以表示为 $S_{-2024:8:2024}$ 。其中, -2024、2024 表示的是起始子载波的下标标号, 8 表示间隔。-2024:8:2024 表示从下标为 -2024 的子载波开始每隔 8 个子载波到下标为 2024 的子载波。在其它子载波上, 频域序列值为 0。因此, 上述短训练序列给出的这些值分别对应从下标为 -2024 的子载波开始每隔 8 个子载波到下标为 2024 的子载波的频域序列值。其中, L_2 、 R_2 为与 80MHz、周期长度为 1.6 μ s 时所对应的短训练序列相关的序列。从而 320MHz 的短训练序列可以与 80MHz 的短训练序列兼容。且上述 320MHz 的短训练序列, 可以支持大带宽 (带宽大于 160MHz) 信道上的自动增益控制, 并且经过仿真验证, 这些短训练序列的峰均功率比较小, 可以支持大带宽信道上的自动增益控制, 并且可以提高接收端的自动增益控制电路的估计效果, 从而降低接收误码率。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 所述目标信道的带宽为 320MHz, 当所述短训练字段包括的周期长度为 1.6 μ s 时, 所述短训练序列表示为:

15 $\{L_4, 1, R_4, 0, L_4, -1, -R_4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L_4, -1, -R_4, 0, -L_4, 1, R_4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L_4, 0, R_4, 0, L_4, 0, -R_4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L_4, 0, -R_4, 0, -L_4, 0, R_4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L_4, 0, R_4, 0, L_4, -1, -R_4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
20 $\{-L_4, 0, -R_4, 0, -L_4, 1, R_4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L_4, 0, -R_4, 0, L_4, 1, R_4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L_4, 0, R_4, 0, -L_4, -1, -R_4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L_4, 1, R_4, 0, L_4, 0, -R_4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L_4, -1, -R_4, 0, -L_4, 0, R_4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$;
25 其中, L_4 表示为 $\{M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M\}$,
 R_4 表示为 $\{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M\}$,
 $-L_4$ 表示为 $\{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M\}$,
 $-R_4$ 表示为 $\{M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M\}$ 。

上述技术方案中, 320MHz 带宽共有 4096 个子载波, 当短训练字段包括的周期长度为 1.6 μ s 时, 短训练序列可以表示为 $S_{-2040:8:2040}$ 。其中, -2040、2040 表示的是起始子载波的下标标号, 8 表示间隔。-2040:8:2040 表示从下标为 -2040 的子载波开始每隔 8 个子载波到下标为 2040 的子载波。在其它子载波上, 频域序列值为 0。因此, 上述短训练序列给出的这些值分别对应从下标为 -2040 的子载波开始每隔 8 个子载波到下标为 2040 的子载波的频域序列值。其中, L_4 、 R_4 为与 160MHz、周期长度为 1.6 μ s 时所对应的短训练序列相关的序列。从而 320MHz 的短训练序列可以与 160MHz 的短训练序列兼容。且上述 320MHz 的短训练序列, 可以支持大带宽 (带宽大于 160MHz) 信道上的自动增益控制, 并且经过仿真验证, 这些短训练序列的峰均功率比较小, 可以支持大带宽信道上的自动增益控制, 并且可以提高接收端的自动增益控制电路的估计效果, 从而降低接收误码率。

第二方面, 提供了一种发送短训练字段的装置, 该装置包括: 确定模块, 用于确定短

训练序列；发送模块，用于在目标信道上发送短训练字段，所述短训练字段是由所述短训练序列经过快速傅里叶逆变换 IFFT 得到的，其中，所述目标信道的带宽大于 160MHz。

第三方面，提供了一种发送短训练字段的装置，该装置包括：处理器，用于确定短训练序列；收发器，用于在目标信道上发送短训练字段，所述短训练字段是由所述短训练序列经过快速傅里叶逆变换 IFFT 得到的，其中，所述目标信道的带宽大于 160MHz。

第四方面，提供了一种处理器，包括：输入电路、输出电路和处理电路。所述处理电路用于通过所述输入电路接收信号，并通过所述输出电路发射信号，使得所述处理器执行第一方面以及第一方面任一种可能实现方式中的方法。

在具体实现过程中，上述处理器可以为芯片，输入电路可以为输入管脚，输出电路可以为输出管脚，处理电路可以为晶体管、门电路、触发器和各种逻辑电路等。输入电路所接收的输入的信号可以是由例如但不限于接收器接收并输入的，输出电路所输出的信号可以是例如但不限于输出给发射器并由发射器发射的，且输入电路和输出电路可以是同一电路，该电路在不同的时刻分别用作输入电路和输出电路。本申请实施例对处理器及各种电路的具体实现方式不做限定。

第五方面，提供了一种通信设备，其特征在于，包括：处理器，可选的，还包括存储器，所述存储器和处理器耦合，所述处理器用于执行上述第一方面以及第一方面任一种可能的实现方式中的方法。

可选地，所述处理器为一个或多个，所述存储器为一个或多个。

可选地，所述存储器可以与所述处理器集成在一起，或者所述存储器与处理器分离设置。

在具体实现过程中，存储器可以为非瞬时性（non-transitory）存储器，例如只读存储器（read only memory, ROM），其可以与处理器集成在同一块芯片上，也可以分别设置在不同的芯片上，本申请实施例对存储器的类型以及存储器与处理器的设置方式不做限定。

可选地，所述处理器包括至少一个电路，用于确定短训练序列；包括至少一个电路，用于通过所述发射器发送所述短训练字段。

上述第五方面中的处理装置可以是一个芯片，该处理器可以通过硬件来实现也可以通过软件来实现，当通过硬件实现时，该处理器可以是逻辑电路、集成电路等；当通过软件来实现时，该处理器可以是一个通用处理器，通过读取存储器中存储的软件代码来实现，该存储器可以集成在处理器中，可以位于该处理器之外，独立存在。

第六方面，提供了一种计算机程序，当所述计算机程序被计算机执行时，用于执行上述第一方面以及第一方面任一种可能的实现方式中的方法。所述程序可以全部或者部分存储在与处理封装在一起的存储介质上，也可以部分或者全部存储在不与处理器封装在一起的存储器上。

第七方面，提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质存储有计算机程序，该计算机程序包含至少一段代码，该至少一段代码可由计算机执行，以控制所述计算机上述第一方面以及第一方面任一种可能的实现方式中的方法。

附图说明

图 1 是适用于本申请实施例的发送短训练字段的方法的通信系统的示意图;

图 2 是适用于本申请实施例的无线访问接入点的内部结构图;

图 3 是适用于本申请实施例的用户站点的内部结构图;

图 4 是 802.11ac VHT 帧结构的示意图;

5 图 5 是本申请实施例提供的发送短训练字段的方法的示意图;

图 6 是 HE-STF 由 M 序列构建的示意图;

图 7 是本申请实施例提供的发送短训练字段的装置的示意性框图;

图 8 是本申请实施例提供的网络设备的结构示意图。

10 具体实施方式

下面将结合附图,对本申请中的技术方案进行描述。

本申请实施例的技术方案可以应用于各种通信系统,例如:无线局域网(wireless local area network, WLAN)通信系统,全球移动通讯(global system of mobile communication, GSM)系统、码分多址(code division multiple access, CDMA)系统、宽带码分多址(wideband code division multiple access, WCDMA)系统、通用分组无线业务(general packet radio service, GPRS)、长期演进(long term evolution, LTE)系统、LTE 频分双工(frequency division duplex, FDD)系统、LTE 时分双工(time division duplex, TDD)、通用移动通信系统(universal mobile telecommunication system, UMTS)、全球互联微波接入(worldwide interoperability for microwave access, WiMAX)通信系统、未来的第五代(5th generation, 5G)系统或新无线(new radio, NR)等。

20 以下作为示例性说明,仅以 WLAN 系统为例,描述本申请实施例的应用场景以及本申请实施例的方法。

具体而言,本申请实施例可以应用于无线局域网(wireless local area network, WLAN),并且本申请实施例可以适用于 WLAN 当前采用的电气与电子工程师协会(institute of electrical and electronics engineers, IEEE)802.11 系列协议中的任意一种协议。WLAN 可以包括一个或多个基本服务集(basic service set, BSS),基本服务集中的网络节点包括接入点(access point, AP)和站点(station, STA)。

具体地,本申请实施例中发起设备和响应设备可以是 WLAN 中用户站点(STA),该用户站点也可以称为系统、用户单元、接入终端、移动站、移动台、远方站、远程终端、移动设备、用户终端、终端、无线通信设备、用户代理、用户装置或用户设备(user equipment, UE)。该 STA 可以是蜂窝电话、无绳电话、会话启动协议(session initiation protocol, SIP)电话、无线本地环路(wireless local loop, WLL)站、个人数字助理(personal digital assistant, PDA)、具有无线局域网(例如 Wi-Fi)通信功能的手持设备、可穿戴设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备。

35 另外,本申请实施例中的发起设备和响应设备也可以是 WLAN 中 AP,AP 可用于与接入终端通过无线局域网进行通信,并将接入终端的数据传输至网络侧,或将来自网络侧的数据传输至接入终端。

为便于理解本申请实施例,首先以图 1 中示出的通信系统为例详细说明适用于本申请实施例的通信系统。如图 1 所示的场景系统可以是 WLAN 系统,图 1 的 WLAN 系统可以

包括一个或者多个 AP, 和一个或者多个 STA, 图 1 以一个 AP 和三个 STA 为例。AP 和 STA 之间可以通过各种标准进行无线通信。例如, AP 和 STA 之间可以采用单用户多入多出 (single-user multiple-input multiple-output, SU-MIMO) 技术或多用户多入多出 (multi-users multiple-input multiple-output, MU-MIMO) 技术进行无线通信。

5 其中, AP 也称为无线访问接入点或热点等。AP 是移动用户进入有线网络的接入点, 主要部署于家庭、大楼内部以及园区内部, 也可以部署于户外。AP 相当于一个连接有线网和无线网的桥梁, 其主要作用是将各个无线网络客户端连接到一起, 然后将无线网络接入以太网。具体地, AP 可以是带有无线保真 (wireless fidelity, WiFi) 芯片的终端设备或者网络设备。可选地, AP 可以为支持 802.11 等多种 WLAN 制式的设备。图 2 示出了 AP
10 产品的内部结构图, 其中, AP 可以是多天线的, 也可以是单天线的。图 2 中, AP 包括物理层 (physical layer, PHY) 处理电路和媒体接入控制 (media access control, MAC) 处理电路, 物理层处理电路可以用于处理物理层信号, MAC 层处理电路可以用于处理 MAC 层信号。802.11 标准关注 PHY 和 MAC 部分, 本申请实施例关注在 MAC 和 PHY 上的协议设计。

15 其中, STA 产品通常为支持 802.11 系列标准的终端产品, 如手机、笔记本电脑等, 图 3 示出了单个天线的 STA 结构图, 实际场景中, STA 也可以是多天线的, 并且可以是两个以上天线的设备。图 3 中, STA 可以包括物理层 (physical layer, PHY) 处理电路和媒体接入控制 (media access control, MAC) 处理电路, 物理层处理电路可以用于处理物理层信号, MAC 层处理电路可以用于处理 MAC 层信号。

20 为了大幅提升 WLAN 系统的业务传输速率, IEEE 802.11ax 标准在现有正交频分复用 (orthogonal frequency division multiplexing, OFDM) 技术的基础上, 进一步采用正交频分多址 (orthogonal frequency division multiple access, OFDMA) 技术。OFDMA 技术支持多个节点同时发送和接收数据, 从而实现多站点分集增益。

从 802.11a 经 802.11g、802.11n、802.11ac 到 802.11ax 的演进过程中, 可用频段包括
25 2.4 吉赫 (GHz) 和 5GHz。随着开放的频段越来越多, 802.11 所支持的最大信道带宽从 20 兆赫 (MHz) 扩展到 40MHz 再扩展到 160MHz。2017 年, 美国联邦通信委员会 (federal communications commission, FCC) 开放了一段新的免费频段 6GHz (5925-7125 MHz), 802.11ax 标准工作者在 802.11ax 项目授权申请书 (project authorization requests, PAR) 中把 802.11ax 设备工作范围从 2.4GHz, 5GHz 拓展到 2.4GHz, 5GHz 和 6GHz。由于新开放的
30 的 6GHz 频段可用带宽更大, 可以预见, 在 802.11ax 之后的下一代标准演进中, 会支持大于 160MHz 的信道带宽。

每一代主流 802.11 协议都是兼容传统站点的。比如最早一代主流 WiFi 的 802.11a 帧结构以前导码开始, 包括传统短训练字段 (legacy-short training field, L-STF)、传统长训练字段 (legacy-long training field, L-LTF)、传统信令域 (legacy-signal field, L-SIG)。
35 在之后的 802.11 及正在定稿的 802.11ax 为了兼容传统站点, 其帧结构都以传统前导码开始。在传统前导码之后, 是每一代新定义的信令字段、短训练字段和长训练字段。其中, 将传统前导码之后的短训练字段 (short training field, STF) 简称为极高吞吐量短训练字段 (extremely high throughput-STF, EHT-STF), 以区别 L-STF。当传输大于 20MHz 信道带宽时, L-STF 是在每 20MHz 的信道带宽上复制再传输, 而这些 802.11a 之后引入的

EHT-STF 则针对大于 20MHz 的信道带宽分别定义为新的序列。例如, 802.11ac 所定义的 STF, 即非常高吞吐量-短训练字段 (very high throughput -STF, VHT-STF), 分别定义有 20MHz、40MHz、80MHz 和 160MHz 的序列, 如图 4 所示。图 4 示出了 802.11ac VHT 帧结构的示意图。同样, 802.11ax 所定义的高效-短训练字段 (high efficiency-STF, HE-STF) 也支持最大为 160MHz 的信道带宽。如图 4 所述, 图中包括传统训练域 (legacy-training field, L-TF)、复制传统训练字段 (duplicate legacy-training field, Dup L-TF)、传统信令字段 (legacy-signal field, L-SIG)、复制传统训练字段 (duplicate legacy-signal field, Dup L-SIG)、非常高吞吐量信令字段 A (very high throughput-signal-A, VHT-SIG-A)、复制非常高吞吐量信令字段 A (duplicate very high throughput-signal-A, Dup VHT-SIG-A)、非常高吞吐量短训练字段 (very high throughput-short training field, VHT-STF)、非常高吞吐量长训练字段 (very high throughput-long training field, VHT-LTF)、非常高吞吐量信令字段 B (very high throughput-signal-B, VHT-SIG-B)、非常高吞吐量数据 (very high throughput data, VHT Data)。

协议规定, HE-STF 的时域波形包含 5 个重复周期, 主要用来增强多输入多输出 (multiple-input multiple-output, MIMO) 传输下自动增益控制电路 (automatic gain control, AGC) 的估计, 所以要求序列的峰均功率比 (peak to average power ratio, PAPR) 越小越好。如上所述, 预期 802.11 下一代协议会支持大于 160MHz 的信道带宽。

因此, 需要针对新的信道带宽设计新的短训练序列。鉴于此, 本申请针对新的信道带宽提出下一代 STF 对应的短训练序列设计。

20 为便于理解本申请实施例, 下面先对本申请涉及到的几个名词或术语进行简单介绍。

1、子载波: 无线通信信号都是有限带宽的, 利用 OFDM 技术可以在信道带宽内按照一定频率间隔将带宽分成多个频率分量, 这些分量被称为子载波。

2、短训练序列

短训练序列的主要用途是进行信号检测、自动增益控制 (automatic gain control, AGC)、符号定时和粗频率偏差估计等。针对不同的最大信道带宽, 可以定义不同的序列。例如, 802.11ax 所定义的 HE-STF 支持最大为 160MHz 的信道带宽。本申请针对的信道带宽大于 160MHz, 因此, 为区分, 在本申请实施例中, 称为 EHT-STF。应理解, EHT-STF 用于表示大于 160MHz 带宽的短训练字段, 其具体名称不对本申请实施例的保护范围造成限定。

30 短训练序列可以基于 M 序列构建而成。例如, 根据标准 802.11ax 可知, HE-STF 的高效短训练序列 (high efficiency sequence, HES) 是基于 M 序列, 通过复用、相位旋转和拼接构建而成。M 序列是目前 CDMA 系统中采用的最基本的伪噪声序列 (Pseudo-noise Sequence, PN 序列)。M 序列是最长线性反馈移位寄存器序列的简称。M 序列在 802.11ax 标准中定义为 $M=\{-1,-1,-1,1,1,1,-1,1,1,1,-1,1,1,-1,1\}$ 。

35 需要说明的是, 其具体名称不对本申请实施例的保护范围造成限定。例如, 也可以称为频域序列等。

3、峰均功率比

峰均功率比 (peak to average power ratio, PAPR), 可以指一个符号内, 连续信号瞬间功率峰值与信号功率平均值之比。可以用如下公式表示:

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

其中，

X_i ，表示一组序列的时域离散值；

$\max(X_i^2)$ ，表示时域离散值平方的最大值；

5 $\text{mean}(X_i^2)$ ，表示时域离散值平方的平均值。

协议规定，HE-STF 的时域波形包含 5 个重复周期，主要用来增强 MIMO 传输下 AGC 的估计，所以要求序列的 PAPR 越小越好。

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

还需要说明的是，本申请实施例中，预先获取”可包括由网络设备信令指示或者预先定义，例如，协议定义。其中，“预先定义”可以通过在设备（例如，包括终端设备和网络设备）中预先保存相应的代码、表格或其他可用于指示相关信息的方式来实现，本申请对于其具体的实现方式不做限定。比如预先定义可以是指协议中定义的。

15 还需要说明的是，本申请实施例中涉及的“保存”，可以是指的保存在一个或者多个存储器中。所述一个或者多个存储器，可以是单独的设置，也可以是集成在编码器或者译码器，处理器、或通信装置中。所述一个或者多个存储器，也可以是一部分单独设置，一部分集成在译码器、处理器、或通信装置中。存储器的类型可以是任意形式的存储介质，本申请并不对此限定。

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

还需要说明的是，在下文示出的实施例中，第一、第二、第三仅为便于区分不同的对象，而不对本申请构成任何限定。例如，区分不同的信道带宽等。

25 还需要说明的是，“和/或”，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。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“至少一个”是指一个或一个以上；“A 和 B 中的至少一个”，类似于“A 和/或 B”，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 B 中的至少一个，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这
30 三种情况。下面将结合附图详细说明本申请提供的技术方案。

应理解，本申请的技术方案可以应用于无线通信系统中，例如，图 1 中所示的无线通信系统。图 5 是本申请实施例提供的发送短训练字段的方法的示意性框图。图 5 所示的方法 200 包括步骤 210 和步骤 220：

步骤 210，确定短训练序列；

35 步骤 220，在目标信道上发送短训练字段，该短训练字段是由该训练序列经过快速傅里叶逆变换 IFFT 得到的，其中，目标信道的带宽大于 160MHz。

在本申请实施例中，为区分传统短训练字段，将目标信道的带宽对应的短训练字段用

EHT-STF 表示。应理解, EHT-STF 用于表示带宽大于 160MHz 所对应的短训练字段, 其具体名称不对本申请实施例的保护范围造成限定。

在本申请实施例中, 目标信道的带宽大于 160MHz。本申请实施例中, 以目标信道的带宽为 240MHz、320MHz 这两个示例为例, 进行示例性说明。应理解, 本申请实施例并不限于此, 例如, 目标信道的带宽也可以为 200MHz、280MHz 等。

示例一: 目标信道的带宽为 240MHz

EHT-STF 是由 EHT-STF 的频域序列经过 IFFT 变换后得到的, 本申请中为描述方便, 将 EHT-STF 的频域序列表示为短训练序列 S (sequence), 且该 EHT-STF 可以包括多个周期, 每个周期的时间长度可以为 $0.8\mu\text{s}$ 或 $1.6\mu\text{s}$ 。为简洁, 在本申请实施例中, 将 EHT-STF 包括的周期的时间长度记为周期长度。在本申请实施例中, 以周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、 $1.6\mu\text{s}$ 这两种场景, 说明目标信道的带宽的 EHT-STF。

场景一: 周期长度为 $0.8\mu\text{s}$

在本申请实施例中, 至少可以通过以下三种方法确定 240MHz、周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

240MHz 带宽共有 $1024 \times 3 = 3072$ 个子载波, 左右边缘分别有 12 个和 11 个保护子载波, 带宽中间有 5 个直流子载波。且当短训练字段包括的周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 时, 240MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列可以表示为 $S_{-1520:16:1520}$ 。其中, -1520、1520 表示的是起始子载波的下标标号, 16 表示间隔。-1520:16:1520 表示从下标为 -1520 的子载波开始每隔 16 个子载波到下标为 1520 的子载波。在其它子载波上, 频域序列值为 0。

方法一

基于参考信道的频域序列 HES, 确定 240MHz、周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

关于 HES, 在标准中, 802.11ax 定义了 HE-STF 在频域上的值 $HES_{a:b:c}$, 其中, a、c 表示的是起始子载波的下标标号, b 表示间隔。a:b:c 表示从子载波 a 开始每隔 b 个子载波到子载波 c。在其它子载波上, HES 值为 0。在发送时, 频域值会经过反傅里叶变换, 得到时域波形。

以参考信道的带宽为 80MHz 为例, 可选地, 当周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、信道带宽为 240MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为:

$\{L1,1,-R1,1,-L1,0,R1,0,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1,-1,R1,-1,L1,0,-R1,0,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1,1,-R1,-1,-L1,0,-R1,1,L1,1,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1,-1,R1,1,L1,0,R1,-1,-L1,-1,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1,1,-R1,1,-L1,0,R1,1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1,-1,R1,-1,L1,0,-R1,-1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1,0,-R1,0,-L1,0,R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1,0,R1,0,L1,0,-R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1,1,-R1,0,-L1,0,R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1,-1,R1,0,L1,0,-R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ 。

其中,

$L1 = \text{HES}_{\text{左}1} \cdot \sqrt{2}/(1+j) = \text{HES}_{-496:16:-16} \cdot \sqrt{2}/(1+j)$, $R1 = \text{HES}_{\text{右}1} \cdot \sqrt{2}/(1+j) = \text{HES}_{16:16:496} \cdot \sqrt{2}/(1+j)$;

$\text{HES}_{\text{左}1}$ 为 $\text{HES}_{-496:16:496}$ 在 0 子载波左边的部分, $\text{HES}_{\text{右}1}$ 为 $\text{HES}_{-496:16:496}$ 在 0 子载波右边的部分;

5 $\text{HES}_{-496:16:496}$ 为 80MHz、周期长度为 0.8 μs 对应的 HES;

$L1$ 表示为 $\{M, 1, -M\}$ 、 $R1$ 表示为 $\{-M, 1, -M\}$ 、 $-L1$ 表示为 $\{-M, -1, M\}$ 、 $-R1$ 表示为 $\{M, -1, M\}$ 。

如前所述, 240MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列可以表示为 $S_{-1520:16:1520}$ 。因此, 上述短训练序列给出的这些值分别对应从下标为 -1520 的子载波开始每隔 16 个子载波到下标为 1520 的子载波的频域序列值。

10 需要说明的是, 在本申请实施例中, 用 L (如, $L1$ 、 $L2$ 、 $L3$ 、 $L4$) 和 R (如, $R1$ 、 $R2$ 、 $R3$ 、 $R4$), 或者, $\text{HES}_{\text{左}}$ (如, $\text{HES}_{\text{左}1}$ 、 $\text{HES}_{\text{左}2}$) 和 $\text{HES}_{\text{右}}$ (如, $\text{HES}_{\text{右}1}$ 、 $\text{HES}_{\text{右}2}$), 表示 0 子载波左边的部分和右边的部分。具体地, $L1$ 和 $R1$ 分别表示 80MHz、周期长度为 0.8 μs 时所对应的 HES 在 0 子载波左边的部分和右边的部分; $L2$ 和 $R2$ 分别表示 80MHz 周期长度为 1.6 μs 时所对应的 HES 在 0 子载波左边的部分和右边的部分; $L3$ 和 $R3$ 分别表示 160MHz、周期长度为 0.8 μs 时所对应的 HES 在 0 子载波左边的部分和右边的部分; $L4$ 和 $R4$ 分别表示 160MHz、周期长度为 1.6 μs 时所对应的 HES 在 0 子载波左边的部分和右边的部分。此外, $L = \text{HES}_{\text{左}} \cdot \sqrt{2}/(1+j)$, $R = \text{HES}_{\text{右}} \cdot \sqrt{2}/(1+j)$ 。

还需要说明的是, 上述 L (如, $L1$ 、 $L2$ 、 $L3$ 、 $L4$) 和 R (如, $R1$ 、 $R2$ 、 $R3$ 、 $R4$) 等仅是用于表示 0 子载波左边的部分和右边的部分, 其名称 (如, $L1$ 、 $L2$ 、 $L3$ 、 $L4$ 、 $R1$ 、

20 $R2$ 、 $R3$ 、 $R4$ 等) 不对本申请实施所要保护的范围造成限定。

应理解, 当周期长度为 0.8 μs 、信道带宽为 240MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为上述十种表示方式中的任意一种。

由上可知, 通过方法一, 可以基于标准中已规定的 HES 变换得到 240MHz、周期长度为 0.8 μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 。

25 方法二

基于 M 序列, 变换得到 240MHz、周期长度为 0.8 μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 。

具体地, 将 $L1$ 表示为 $\{M, 1, -M\}$, $R1$ 表示为 $\{-M, 1, -M\}$, $-L1$ 表示为 $\{-M, -1, M\}$, $-R1$ 表示为 $\{M, -1, M\}$ 代入, 可以得出 240MHz、周期长度为 0.8 μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为:

30 $\{M, 1, -M, 1, M, -1, M, 1, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M, 0, -M, -1, M, 0, M, -1, M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-M, -1, M, -1, -M, 1, -M, -1, M, 1, -M, 0, M, -1, M, 0, M, 1, -M, 0, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{M, 1, -M, 1, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-M, -1, M, -1, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, -1, -M, -1, M, -1, M, -1, M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{M, 1, -M, 1, M, -1, M, 1, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M, 1, -M, -1, M, 0, M, -1, M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
35 $\{-M, -1, M, -1, -M, 1, -M, -1, M, 1, -M, 0, M, -1, M, -1, M, 1, -M, 0, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{M, 1, -M, 0, M, -1, M, 0, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-M, -1, M, 0, -M, 1, -M, 0, M, 1, -M, 0, M, -1, M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{M, 1, -M, 1, M, -1, M, 0, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-M, -1, M, -1, -M, 1, -M, 0, M, 1, -M, 0, M, -1, M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ 。

类似地，如前所述，240MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列可以表示为 $S_{-1520:16:1520}$ 。因此，上述短训练序列给出的这些值分别对应从下标为-1520 的子载波开始每隔 16 个子载波到下标为 1520 的子载波的频域序列值。

需要说明的是，当周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、信道带宽为 240MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为上述十种表示方式中的任意一种。

由上可知，通过方法二，可以基于 M 序列变换得到 240MHz、周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

方法三

将上述方法一或方法二中的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 直接缓存或存储在本地，当使用时，直接从本地获取 EHT-STF 对应的短训练序列 S 即可。

应理解，上述三种方法仅是示例性说明，本申请并未限于此，任何可以得到上述 240MHz、周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 的方法都属于本申请实施例保护的范围。

上述 240MHz、周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 的 EHT-STF，可以通过仿真计算得到。例如，若采用方法一，可以基于已存储的 HE-STF，采用对应的公式计算得到。又如，若采用方法二，可以基于已存储的或者协议规定的 M 序列，采用对应的公式计算得到。下面具体说明。

具体地，在本申请实施例中，目标信道的带宽对应的短训练序列可以基于现有信道带宽（即，参考信道的带宽的一例）的短训练序列进行设计。为简洁，将参考信道的带宽的短训练序列简称为参考短训练序列。以下，不失一般性，以参考短训练序列为 HE-STF、目标短训练序列为 EHT-STF 为例，详细说明本申请实施例的设计 240MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 的方法。

其中，确定参考信道的带宽的 HE-STF 对应的短训练序列 HES，可以是预先获取的，或者说，直接采用标准中规定的已有参考信道的带宽的 HE-STF 对应的短训练序列 HES，本申请实施例对此不作限定。本申请实施例主要考虑的是，基于现有信道带宽的短训练序列，设计更大信道带宽的短训练序列。

根据本申请实施例，考虑到向后兼容，以现有信道带宽的 STF 对应的短训练序列 HES，如，HE-STF 对应的短训练序列 HES 为基础，设计更大信道带宽的短训练序列，如 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

为方便理解，首先简单介绍一下 802.11ax 关于 HE-STF 对应的短训练序列 HES 的设计。

图 6 示出了 HE-STF 由 M 序列构建的示意图。图 6 中的图（1）是重复结构。具体来说，20MHz 的 HE-STF 由一个 M 序列构成；40MHz 的 HE-STF 由 2 个 20MHz 的 HE-STF（即，2 个 M 序列）拼接而成；同样的，80MHz 的 HE-STF 由 4 个 20MHz 的 HE-STF 拼接而成的。为了保证 HE-STF 在时域上包含 5 个重复周期，以及使得 HE-STF 的 PAPR 尽可能的小，可以采用额外的参数值和旋转因子来调整优化，如图 6 中的图（2）。具体来说，20MHz 的 HE-STF 由一个 M 序列构成；40MHz 的 HE-STF 由 2 个 20MHz 的 HE-STF（即，2 个 M 序列）乘以旋转因子 C 之后拼接而成；同样的，80MHz 的 HE-STF 由 4 个 20MHz 的 HE-STF 乘以旋转因子之后拼接而成的。同时，每 2 个 M 序列之间需要插入一个参数值 A，以保证 HE-STF 在时域上包含 5 个重复周期。例外的是，OFDM 调制方式要

求直流子载波必须为 0。因此, 通过优化这些 A 和 C 可以使得 HE-STF 的 PAPR 达到最小。如图 6 中的图 (2), 旋转因子 C 包括 $\{c_1, c_2, c_3, c_4, \dots\}$, 参数值 A 包括 $\{a_1, a_2, a_3, a_4, \dots\}$ 。

如前所述, 802.11ax 根据其定义的不同帧结构, 定义有两种周期长度的 HE-STF, 分别是 0.8 μ s 和 1.6 μ s。另外, 802.11ax 支持的信道带宽有 20MHz、40MHz、80MHz 和 160MHz 一共 4 种。每一种带宽和长度对应一个 HE-STF, 所以 HE-STF 的频域值 $HES_{a,b,c}$ 一共有 8 种。

下面分别从长度为 0.8 μ s 和 1.6 μ s 两种情形下, 介绍优化后的不同信道带宽的频域序列。

情形一: 0.8 μ s 的 HE-STF 的频域序列

信道带宽为 20MHz、0.8 μ s 的 HE-STF, 一共有 256 个子载波, 下标范围从 -127 到 128。其中, 下标为 0 的子载波对应直流分量, 下标为负数和正数的子载波分别对应低于和高于直流的频率分量。

其中, $HES_{-112:16:112}$ 可以用如下公式表示:

$$HES_{-112:16:112} = \{M\} \cdot \sqrt{2} / (1+j), \quad HES_0 = 0, \quad \text{其它子载波在频域上的取值均为 } 0。$$

其中,

$HES_{-112:16:112}$ 表示 20MHz 的 HE-STF 频域序列, 具体地, 下标为 -112、-96、-80、-64、-48、-32、-16、0、16、32、48、64、80、96、112 的子载波在频域上的值;

其它子载波, 表示在 -127 到 128 的下标范围, 除了下标为 -112、-96、-80、-64、-48、-32、-16、0、16、32、48、64、80、96、112 的子载波之外, 其余下标的子载波。

上述公式展开为:

$$HES_{-112:16:112} = \left\{ -(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2} \right\}$$

因此, 下标为 -112、-96、-80、-64、-48、-32、-16、0、16、32、48、64、80、96、112 的子载波在频域上的值分别为:

$$\begin{aligned} & -(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, \\ & (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, \\ & (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}。 \end{aligned}$$

需要说明的是, 在本申请实施例中, 公式中涉及到类似于 $HES_{-112:16:112}$ 的表达, 其所要表达的含义是相似的。为简洁, 不再赘述。

还需要说明的是, 在本申请实施例中, 此后的公式描述中, 如未明确标出, 其它下标的子载波在频域上的值均为 0, 为简洁, 不再赘述。

信道带宽为 40MHz、0.8 μ s 的 HE-STF, 一共有 512 个子载波, 下标范围从 -255 到 256, 其中, $HES_{-240:16:240}$ 可以用如下公式表示:

$$HES_{-240:16:240} = \{M, 0, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}。$$

其中, $HES_{-240:16:240}$ 表示 40MHz 的 HE-STF 频域序列。

信道带宽为 80MHz、0.8 μ s 的 HE-STF, 一共有 1024 个子载波, 下标范围从 -511 到 512, 其中, $HES_{-496:16:496}$ 可以用如下公式表示:

$$HES_{-496:16:496} = \{M, 1, -M, 0, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}。$$

其中, $HES_{-496:16:496}$ 表示 80MHz 的 HE-STF 频域序列。

信道带宽为 160MHz, 0.8 μ s 的 HE-STF, 一共有 2048 个子载波, 下标范围从-1023 到 1024, 其中, $HES_{-1008:16:1008}$ 可以用如下公式表示:

$$HES_{-1008:16:1008} = \{M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 0, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}.$$

5 其中, $HES_{-1008:16:1008}$ 表示 160MHz 的 HE-STF 频域序列。

情形二: 1.6 μ s 的 HE-STF 的频域序列

信道带宽为 20MHz, 1.6 μ s 的 HE-STF, 一共有 256 个子载波, 下标范围从-127 到 128, 其中, $HES_{-112:8:112}$ 可以用如下公式表示:

$$HES_{-112:8:112} = \{M, 0, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}, \quad HES_0 = 0, \quad \text{其它子载波在频域上的取值均为 0.}$$

10 同情情形一类似, 其中,

$HES_{-112:8:112}$ 表示 20MHz 的 HE-STF 频域序列, 具体地, 下标为-112、-104、-96、-88、-80、-72、-64、-56、-48、-40、-32、-24、-16、-8、0、8、16、24、32、40、48、56、64、72、80、88、96、104、112 的子载波在频域上的值;

其它子载波, 表示在-127 到 128 的下标范围, 除了下标为-112、-104、-96、-88、-80、-72、-64、-56、-48、-40、-32、-24、-16、-8、0、8、16、24、32、40、48、56、64、72、80、88、96、104、112 的子载波之外, 其余下标的子载波。

上述公式展开为:

$$HES_{-112:8:112} = \{-(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, 0, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}\}$$

因此, 下标为-112、-104、-96、-88、-80、-72、-64、-56、-48、-40、-32、-24、-16、-8、0、8、16、24、32、40、48、56、64、72、80、88、96、104、112 的子载波在频域上的值分别为:

$$\begin{aligned} & -(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, \\ & -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, 0, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, \\ & -(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, \\ & (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}, (1+j)/\sqrt{2}, -(1+j)/\sqrt{2}. \end{aligned}$$

需要说明的是, 在本申请实施例中, 公式中涉及到类似于 $HES_{-112:8:112}$ 的表达, 其所要表达的含义是相似的。为简洁, 不再赘述。

还需要说明的是, 在本申请实施例中, 此后的公式描述中, 如未明确标出, 其它下标的子载波在频域上的值均为 0, 为简洁, 不再赘述。

35 信道带宽为 40MHz, 1.6 μ s 的 HE-STF, 一共有 512 个子载波, 下标范围从-255 到 256, 其中, $HES_{-248:8:248}$ 可以用如下公式表示:

$$HES_{-248:8:248} = \{M, -1, -M, 0, M, -1, M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}, \quad HES_{\pm 248} = 0.$$

其中, $HES_{-248:8:248}$ 表示 40MHz 的 HE-STF 频域序列。

信道带宽为 80MHz, 1.6 μ s 的 HE-STF, 一共有 1024 个子载波, 下标范围从-511 到 512

其中, $HES_{-504:8:504}$ 可以用如下公式表示:

$$HES_{-504:8:504} = \{M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2},$$

$$HES_{\pm 504} = 0.$$

其中, $HES_{-504:8:504}$ 表示 80MHz 的 HE-STF 频域序列。

- 5 信道带宽为 160MHz, 1.6 μ s 的 HE-STF, 一共有 2048 个子载波, 下标范围从 -1023 到 1024, 其中, $HES_{-1016:8:1016}$ 可以用如下公式表示:

$$HES_{-1016:8:1016} = \{M, -1, M, -M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2},$$

$$HES_{\pm 8} = 0, HES_{\pm 1016} = 0.$$

- 10 其中, $HES_{-1016:8:1016}$ 表示 160MHz 的 HE-STF 频域序列。

以上公式中, $(1+j)/\sqrt{2}$ 在复平面的几何意义是将某个值逆时针旋转 45°, 并保持能量归一。同理, $-(1+j)/\sqrt{2}$ 是将某个值逆时针旋转 225°。由此, 基于 M 序列, 得到了不同信道带宽下 HE-STF, 并保证达到了优化的 PAPR 表 1 列出了以上 8 种 HE-STF 的 PAPR

15 表 1

PAPR	20MHz	40MHz	80MHz	160MHz
0.8 μ s	1.89	4.40	4.53	5.05
1.6 μ s	4.40	5.22	4.79	6.34

在本申请实施例中, 优化旋转因子 C、参数集 A, 设计更大信道带宽 (即, 目标信道的带宽的一例) 的 EHT-STF。

- 20 可选地, 可以以 80MHz 的 HE-STF 为基础, 优化旋转因子 C、参数集 A, 设计 240MHz 的 EHT-STF。

具体地, 240MHz 的带宽的信道可以由 3 个 80MHz 的信道拼接构建而成。在阐述支持带宽为 240MHz 的信道的 EHT-STF 设计之前, 首先介绍 240MHz 的子载波分配图样 (tone plane)。

- 25 如前所述, 802.11ax 规定的带宽为 80MHz 的信道的子载波分布 (tone plane) 为 1024 个子载波, 下标范围从 -511 到 512, 其中, 在带宽左右边缘分别有 12 和 11 个保护子载波 (guard tone), 在带宽中间有 5 个直流子载波。本申请所设计的 240MHz 的信道带宽 tone plan 为 3 个现有 80MHz 的 tone plane 直接拼接在一起, 即 3 个 80MHz 的左右边缘子载波和各自中间的直流子载波均保留。这样, 240MHz 带宽共有 1024 $\times$ 3=3072 个子载波, 左右边缘分别有 12 个和 11 个保护子载波, 带宽中间有 5 个直流子载波。

- 30 于是, 基于 802.11ax 已定义的 80MHz 的 HE-STF 的频域序列 HES, 设计 240MHz 的 EHT-STF 的频域序列 S。如前所述, EHT-STF 是由 EHT-STF 的频域序列经过 IFFT 变换后得到的, 且该 EHT-STF 可以包括多个周期, 每个周期的时间长度可以为 0.8 μ s 或 1.6 μ s。因此, 在本申请实施例中, 可以有 0.8 μ s 或 1.6 μ s 这两种周期长度。

当周期长度为 0.8 μ s 时, 240MHz 的 EHT-STF 的对应的短训练序列 S 可以表示为:

- 35 $S_{-1520:16:1520} = \{c1 \cdot L1, a1, c2 \cdot R1, a2, c3 \cdot L1, 0, c4 \cdot R1, a3, c5 \cdot L1, a4, c6 \cdot R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$

(1-1)

或者, 该公式也可以表示为:

$$S_{-1520:16:1520} = \{c_1 \cdot HES_{\pm 1, a_1}, c_2 \cdot HES_{\pm 1, a_2}, c_3 \cdot HES_{\pm 1, 0}, c_4 \cdot HES_{\pm 1, a_3}, c_5 \cdot HES_{\pm 1, a_4}, c_6 \cdot HES_{\pm 1}\} \cdot (1+j) / \sqrt{2}$$

5

(1-2)

当周期长度为 1.6μs 时, 240MHz 的 EHT-STF 的对应的短训练序列 S 可以表示为:

$$S_{-1528:8:1528} = \{c_1 \cdot L_2, a_1, c_2 \cdot R_2, a_2, c_3 \cdot L_2, 0, c_4 \cdot R_2, a_3, c_5 \cdot L_2, a_4, c_6 \cdot R_2\} \cdot (1+j) / \sqrt{2}$$

(1-3)

或者, 该公式也可以表示为:

$$S_{-1528:8:1528} = \{c_1 \cdot HES_{\pm 2, a_1}, c_2 \cdot HES_{\pm 2, a_2}, c_3 \cdot HES_{\pm 2, 0}, c_4 \cdot HES_{\pm 2, a_3}, c_5 \cdot HES_{\pm 2, a_4}, c_6 \cdot HES_{\pm 2}\} \cdot (1+j) / \sqrt{2}$$

(1-4)

其中,

a_i 的取值为 $\{-1, 0, 1\}$, $i=1, 2, 3, 4$;

15

c_j 的取值为 $\{-1, 1\}$, $j=1, 2, 3, 4, 5, 6$;

$S_{-1520:16:1520}$, 表示 240MHz、周期长度为 0.8μs 时的 EHT-STF 的频域序列;

$S_{-1528:8:1528}$, 表示 240MHz、周期长度为 1.6μs 时的 EHT-STF 的频域序列;

$HES_{\pm 1}$ 为 $HES_{-496:16:496}$ 在 0 子载波左边的部分, $HES_{\pm 1}$ 为 $HES_{-496:16:496}$ 在 0 子载波右边的部分;

20

$$L_1 = HES_{\pm 1} \cdot \sqrt{2} / (1+j), R_1 = HES_{\pm 1} \cdot \sqrt{2} / (1+j);$$

$HES_{\pm 2}$ 为 $HES_{-504:8:504}$ 在 0 子载波左边的部分, $HES_{\pm 2}$ 为 $HES_{-504:8:504}$ 在 0 子载波右边的部分;

$$L_2 = HES_{\pm 2} \cdot \sqrt{2} / (1+j), R_2 = HES_{\pm 2} \cdot \sqrt{2} / (1+j)。$$

需要说明的是, 任何属于上述公式 (1-1)、(1-2)、(1-3)、(1-4) 的变形都属于本申请实施例的保护范围。在本申请实施例中, 为简洁, 均以类似公式 (1-1)、(1-3) 的形式进行说明。

25

因此, 在场景一中, 即周期长度为 0.8μs 时, 基于 802.11ax 已定义的 80MHz、周期长度为 0.8μs 的 HE-STF 的频域序列 $HES_{-496:16:496}$, 240MHz、周期长度为 0.8μs 的 EHT-STF 的对应的短训练序列的详细的设计公式为:

30

$$S_{-1520:16:1520} = c_1 \cdot HES_{-496:16:-16, a_1}, c_2 \cdot HES_{16:16:496, a_2}, c_3 \cdot HES_{-496:16:-16, 0}, c_4 \cdot HES_{16:16:496, a_3}, c_5 \cdot HES_{-496:16:-16, a_4}, c_6 \cdot HES_{16:16:496}\} \cdot (1+j) / \sqrt{2}$$

(2-1)

其中,

a_i 的取值为 $\{-1, 0, 1\}$, $i=1, 2, 3, 4$;

35

c_j 的取值为 $\{-1, 1\}$, $j=1, 2, 3, 4, 5, 6$;

$S_{-1520:16:1520}$, 表示 240MHz 的 EHT-STF 频域序列;

$HES_{-496:16:-16}$ 即为 $HES_{-496:16:496}$ 在 0 子载波左边的部分, $HES_{16:16:496}$ 为 $HES_{-496:16:496}$ 在 0 子载波右边的部分。

为简洁, 上述公式也可以设计为:

$$S_{-1520:16:1520} = c_1 \cdot L1_{a_1} \cdot c_2 \cdot R1_{a_2} \cdot c_3 \cdot L1_0 \cdot c_4 \cdot R1_{a_3} \cdot c_5 \cdot L1_{a_4} \cdot c_6 \cdot R1 \cdot (1+j) / \sqrt{2} \quad (2-2)$$

$$L1 = HES_{-496:16:-16} \cdot \sqrt{2} / (1+j) = \{M, 1, -M\}$$

$$R1 = HES_{16:16:496} \cdot \sqrt{2} / (1+j) = \{-M, 1, -M\}$$

5 因此,通过方法一得到 240MHz 周期长度为 0.8μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列时,可以基于已存储的 $HES_{-496:16:-16}$ 和 $HES_{16:16:496}$, 采用上述公式 (2-1) 得到。或者,通过方法二得到 240MHz、周期长度为 0.8μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列时,可以基于 M 序列,采用上述公式 (2-2) 得到。

10 根据上述公式 (2-1) 或 (2-2), 可以得到 240MHz、周期长度为 0.8μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列。此外,通过仿真计算,如调整 a_i 和 c_i , 以使 EHT-STF 对应的短训练序列对应的 PAPR 小于或等于预设的第一阈值,从而可以获得性能较好的序列。

具体地, S (即, $S_{-1520:16:1520}$) 可以经过反傅里叶变换和 5 倍过采样,得到每一组序列的时域离散值 X,再按照下面的公式 (3) 计算得出 PAPR。

$$PAPR = 10 \log_{10} \left(\frac{\max(X_i^2)}{\text{mean}(X_i^2)} \right) \quad (3)$$

具体地,经过 $2^6 \times 3^4 = 768$ 次穷举检索,可以得出所有可能的 $S_{-1520:16:1520}$ 以及对应的 PAPR 值,最后比较得到 PAPR 最小的 $S_{-1520:16:1520}$ 。表 2 示出了基于 80MHz、周期长度为 0.8μs 的 HE-STF 对应的短训练序列,设计 240MHz、周期长度为 0.8μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 时,最优的 10 组 S 中的 a_i 和 c_i 。

20 其中,该预设的阈值(即,预设的第一阈值的一例)的设置可以通过对参数集 A 和参数集 C 进行穷举,根据穷举过程中得到的 PAPR 的最小值设置(如表 2 中列出的 PAPR 最小时的十组结果);或者,也可以结合穷举结果得到的 PAPR 的最小值以及序列本身的性质等综合设置;或者,也可以是结合穷举结果得到的 PAPR 的最小值以及预先设置的参数等综合设置;或者,也可以是预先规定;或者,该预设的阈值也可以是经过多次实验结果得到的等等。

表 2 240MHz、周期长度为 0.8μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 的参数集取值

序号	a_1	a_2	a_3	a_4	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	PAPR (dB)
1	1	1	0	0	1	-1	-1	1	-1	-1	4.8999
2	-1	-1	0	0	-1	1	1	-1	1	1	4.8999
3	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	4.9376
4	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	4.9376
5	1	1	1	0	1	-1	-1	1	-1	-1	4.959
6	-1	-1	-1	0	-1	1	1	-1	1	1	4.959

7	0	0	-1	0	1	-1	-1	1	-1	-1	4.966
8	0	0	1	0	-1	1	1	-1	1	1	4.966
9	1	0	-1	0	1	-1	-1	1	-1	-1	4.9725
10	-1	0	1	0	-1	1	1	-1	1	1	4.9725

将得到的十组结果中的 a_i 和 c_i 的值分别带入上述公式, 可以得出 240MHz、周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 对应的短训练序列可以表示为:

- 5 $\{L1, 1, -R1, 1, -L1, 0, R1, 0, -L1, 0, -R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1, -1, R1, -1, L1, 0, -R1, 0, L1, 0, R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1, 1, -R1, -1, -L1, 0, -R1, 1, L1, 1, R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1, -1, R1, 1, L1, 0, R1, -1, -L1, -1, -R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1, 1, -R1, 1, -L1, 0, R1, 1, -L1, 0, -R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1, -1, R1, -1, L1, 0, -R1, -1, L1, 0, R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
10 $\{L1, 0, -R1, 0, -L1, 0, R1, -1, -L1, 0, -R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1, 0, R1, 0, L1, 0, -R1, 1, L1, 0, R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1, 1, -R1, 0, -L1, 0, R1, -1, -L1, 0, -R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1, -1, R1, 0, L1, 0, -R1, 1, L1, 0, R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ 。

- 15 将 $L1$ 表示为 $\{M, 1, -M\}$, $R1$ 表示为 $\{-M, 1, -M\}$, $-L1$ 表示为 $\{-M, -1, M\}$, $-R1$ 表示为 $\{M, -1, M\}$ 代入, 可以得出 240MHz、周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 对应的短训练序列。

应理解, 当周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、信道带宽为 240MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为上述十种表示方式中的任意一种。

- 20 由上可知, $L1$ 、 $R1$ 为与 80MHz、周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 的短训练字段所对应的短训练序列相关的序列。从而 240MHz 的短训练序列可以与 80MHz 的短训练序列兼容。且上述 240MHz 的短训练序列, 可以支持大带宽 (带宽大于 160MHz) 信道上的自动增益控制, 并且经过仿真验证, 将表 2 中 PAPR 与 802.11ax 的 PAPR (表 1) 对比, 这些短训练序列的峰均功率比较小, 可以支持大带宽信道上的自动增益控制, 并且可以提高接收端的自动增益控制电路的估计效果, 从而降低接收误码率。因此, 本申请方案针对大信道带宽提出的短训练序列, 可以将 PAPR 控制得很低。

- 25 场景二: 周期长度为 $1.6\mu\text{s}$

类似地, 在本申请实施例中, 至少可以通过以下三种方法确定 240MHz、周期长度为 $1.6\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 。

- 30 240MHz 带宽共有 $1024 \times 3 = 3072$ 个子载波, 左右边缘分别有 12 个和 11 个保护子载波, 带宽中间有 5 个直流子载波。且当短训练字段包括的周期长度为 $1.6\mu\text{s}$ 时, 240MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列可以表示为 $S_{-1528:8:1528}$ 。其中, -1528、1528 表示的是起始子载波的下标标号, 8 表示间隔。-1528:8:1528 表示从下标为 -1528 的子载波开始每隔 8 个子载波到下标为 1528 的子载波。在其它子载波上, 频域序列值为 0。

方法一

基于参考信道的带宽的频域序列 HES, 确定 240MHz、周期长度为 1.6μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

以参考信道的带宽为 80MHz 为例, 可选地, 当周期长度为 1.6μs、目标信道的带宽为 240MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列可以表示为:

$$\begin{aligned} & \{L2, -1, -R2, -1, L2, 0, R2, 1, -L2, 1, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-L2, 1, R2, 1, -L2, 0, -R2, -1, L2, -1, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{L2, 0, -R2, -1, L2, 0, R2, 1, -L2, 1, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-L2, 0, R2, 1, -L2, 0, -R2, -1, L2, -1, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{L2, -1, -R2, -1, L2, 0, R2, 1, -L2, 0, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-L2, 1, R2, 1, -L2, 0, -R2, -1, L2, 0, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{L2, -1, -R2, -1, L2, 0, R2, 0, -L2, 1, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-L2, 1, R2, 1, -L2, 0, -R2, 0, L2, -1, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{L2, -1, -R2, 0, L2, 0, R2, 1, -L2, 1, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-L2, 1, R2, 0, -L2, 0, -R2, -1, L2, -1, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}。 \end{aligned}$$

其中,

$L2 = \text{HES}_{504:8:8} \cdot \sqrt{2}/(1+j) = \{M, -1, M, -1, -M, -1, M\}$, $\text{HES}_{504:8:8}$ 为 $\text{HES}_{504:8:504}$ 在 0 子载波左边的部分;

$R2 = \text{HES}_{8:8:504} \cdot \sqrt{2}/(1+j) = \{-M, 1, M, 1, -M, 1, -M\}$, $\text{HES}_{8:8:504}$ 为 $\text{HES}_{504:8:504}$ 在 0 子载波右边的部分;

$\text{HES}_{504:8:504}$ 为 80MHz、周期长度为 1.6μs 时所对应的频域序列;

$L2$ 表示为 $\{M, -1, M, -1, -M, -1, M\}$, $R2$ 表示为 $\{-M, 1, M, 1, -M, 1, -M\}$, $-L2 = \{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M\}$, $-R2$ 表示为 $\{M, -1, -M, -1, M, -1, M\}$ 。

如前所述, 240MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列可以表示为 $S_{1528:8:1528}$ 。因此, 上述短训练序列给出的这些值分别对应从下标为 -1528 的子载波开始每隔 8 个子载波到下标为 1528 的子载波的频域序列值。

应理解, 当周期长度为 1.6μs、信道带宽为 240MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为上述十种表示方式中的任意一种。

由上可知, 通过方法一, 可以基于标准中已规定的 HES 变换得到 240MHz、周期长度为 1.6μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列。

方法二

基于 M 序列, 变换得到 240MHz、周期长度为 1.6μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

具体地, 将 $L2$ 表示为 $\{M, -1, M, -1, -M, -1, M\}$, $R2$ 表示为 $\{-M, 1, M, 1, -M, 1, -M\}$, $-L2 = \{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M\}$, $-R2$ 表示为 $\{M, -1, -M, -1, M, -1, M\}$ 代入, 可以得出 240MHz、周期长度为 1.6μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列可以表示为:

$$\begin{aligned} & \{M, -1, M, -1, -M, -1, M, -1, M, -1, M, -1, M, -1, M, -1, M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 1, \\ & -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 1, M, -1, -M, -1, M, -1, M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 1, -M, 1, M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, -1, \\ & M, -1, M, -1, -M, -1, M, -1, -M, 1, M, 1, -M, 1, M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, -1, M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 1, \end{aligned}$$

- M,1,-M,1,M,1,-M,1, M,-1,-M,-1,M,-1,M }·(1+j)/√2; 或
 {-M,1,-M,1,M,1,-M,0, -M,1,M,1,-M,1, -M,1,-M,1,M,1,-M,0, M,-1,-M,-1,M,-1,M,-1,
 M,-1,M,-1,-M,-1,M,-1, -M,1,M,1,-M,1,-M}·(1+j)/√2; 或
 {M,-1,M,-1,-M,-1,M,-1,M,-1,-M,-1,M,-1,M,-1,M,-1,-M,-1,M,0, -M,1,M,1,-M,1,-M,1,
 5 -M,1,-M,1,M,1,-M,0, M,-1,-M,-1,M,-1,M}·(1+j)/√2; 或
 {-M,1,-M,1,M,1,-M,1, -M,1,M,1,-M,1,-M,1, -M,1,-M,1,M,1,-M,0, M,-1,-M,-1,M,-1,M,-1,
 M,-1,M,-1,-M,-1,M,0, -M,1,M,1,-M,1,-M}·(1+j)/√2; 或
 {M,-1,M,-1,-M,-1,M,-1,M,-1,-M,-1,M,-1,M,-1,M,-1,-M,-1,M,0,-M,1,M,1,-M,1,-M,0,-
 M,1,-M,1,M,1,-M,1, M,-1,-M,-1,M,-1,M}·(1+j)/√2; 或
 10 {-M,1,-M,1,M,1,-M,1, -M,1,M,1,-M,1,-M,1, -M,1,-M,1,M,1,-M,0, M,-1,-M,-1,M,-1,M,0,
 M,-1,M,-1,-M,-1,M,-1, -M,1,M,1,-M,1,-M}·(1+j)/√2; 或
 {M,-1,M,-1,-M,-1,M,-1, M,-1,-M,-1,M,-1,M,0,M,-1,M,-1,-M,-1,M,0, -M,1,M,1,-M,1,-M,1,
 -M,1,-M,1,M,1,-M,1, M,-1,-M,-1,M,-1,M}·(1+j)/√2; 或
 {-M,1,-M,1,M,1,-M,1, -M,1,M,1,-M,1,-M,0, -M,1,-M,1,M,1,-M,0, M,-1,-M,-1,M,-1,M,-1,
 15 M,-1,M,-1,-M,-1,M,-1, -M,1,M,1,-M,1,-M}·(1+j)/√2。

如前所述, 240MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列可以表示为 $S_{-1528:8:1528}$ 。因此, 上述短训练序列给出的这些值分别对应从下标为-1528 的子载波开始每隔 8 个子载波到下标为 1528 的子载波的频域序列值。

- 应理解, 当周期长度为 1.6μs、信道带宽为 240MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S
 20 可以表示为上述十种表示方式中的任意一种。

由上可知, 通过方法二, 可以基于 M 序列变换得到 240MHz、周期长度为 1.6μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列。

方法三

- 将上述方法一或方法二中的 EHT-STF 对应的短训练序列直接缓存或存储在本地, 当
 25 使用时, 直接从本地获取 EHT-STF 对应的短训练序列。

应理解, 上述三种方法仅是示例性说明, 本申请并未限定于此, 任何可以得到上述 240MHz、周期长度为 1.6μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列的方法都属于本申请实施例保护的范

- 围。
 同场景一类似, 上述 240MHz、周期长度为 1.6μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列, 可
 30 以是通过仿真计算得到。例如, 若采用方法一, 可以基于已存储的 HE-STF 对应的短训练序列, 采用对应的公式计算得到。又如, 若采用方法二, 可以基于已存储的或者协议规定的 M 序列, 采用对应的公式计算得到。

具体地, 上述十组序列也可以基于 802.11ax 已定义的 80MHz、周期长度为 1.6μs 的 HE-STF 的频域序列 $HES_{504:8:504}$ 设计。详细的设计公式为:

- 35
$$S_{-1528:8:1528} = \{c_1 \cdot L2, a_1, c_2 \cdot R2, a_2, c_3 \cdot L2, 0, c_4 \cdot R2, a_3, c_5 \cdot L2, a_4, c_6 \cdot R2\} \cdot (1+j) / \sqrt{2}$$

$$L2 = HES_{504:8:8} \cdot \sqrt{2} / (1+j) = \{M, -1, M, -1, -M, -1, M\}$$

$$R2 = HES_{8:8:504} \cdot \sqrt{2} / (1+j) = \{-M, 1, M, 1, -M, 1, -M\}$$

$$S_{\pm 1528} = 0$$
(4)

同样，其中，

a_i 的取值为 $\{-1, 0, 1\}$, $i=1, 2, 3, 4$;

c_j 的取值为 $\{-1, 1\}$, $j=1, 2, 3, 4, 5, 6$ 。

- 类似地，通过方法一得到 240MHz、周期长度为 $1.6\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 对应的短训练序列时，可以基于已存储的 $\text{HES}_{-504;8;-8}$ 和 $\text{HES}_{8;8;504}$ ，采用上述公式 (4) 得到。或者，通过方法二得到 240MHz、周期长度为 $1.6\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 对应的短训练序列时，可以基于 M 序列，采用上述公式 (4) 得到。

- 根据上述公式 (4)，可以得到 240MHz、周期长度为 $1.6\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 对应的短训练序列。此外，通过仿真计算，如调整 a_i 和 c_i ，以使 EHT-STF 对应的短训练序列对应的 PAPR 小于或等于预设的第二阈值，从而可以获得性能较好的序列。

具体地，经过 $2^6 \times 3^4 = 768$ 次穷举检索，可以得出所有可能的 $S_{-1528;8;1528}$ 以及对应的 PAPR 值，最后比较得到 PAPR 最小的 $S_{-1528;8;1528}$ 。表 3 示出了基于 80MHz、 $1.6\mu\text{s}$ 的 HE-STF 对应的短训练序列，设计 240MHz、周期长度为 $1.6\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 的短训练序列时，最优的 10 组 S 中的 a_i 和 c_i 。

- 其中，该预设的阈值（即，预设的第二阈值的一例）的设置可以是通过对参数集 A 和参数集 C 进行穷举，根据穷举过程中得到的 PAPR 的最小值设置（如表 3 中列出的 PAPR 最小值的十组结果）；或者，也可以结合穷举结果得到的 PAPR 的最小值以及序列本身的性质等综合设置；或者，也可以是结合穷举结果得到的 PAPR 的最小值以及预先设置的参数等综合设置；或者，也可以是预先规定；或者，该预设的阈值也可以是经过多次实验结果得到的等等。

表 3 240MHz、周期长度为 $1.6\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 的参数集取值

序号	a_1	a_2	a_3	a_4	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	PAPR (dB)
1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	6.6498
2	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	6.6498
3	0	-1	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	6.6997
4	0	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	6.6997
5	-1	-1	1	0	1	-1	1	1	-1	-1	6.7272
6	1	1	-1	0	-1	1	-1	-1	1	1	6.7272
7	-1	-1	0	1	1	-1	1	1	-1	-1	6.7826
8	1	1	0	-1	-1	1	-1	-1	1	1	6.7826
9	-1	0	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	6.7929
10	1	0	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	6.7929

将得到的十组结果中的 a_i 和 c_i 的值分别带入上述公式 (4)，可以得出 240MHz、周

期长度为 $1.6\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 对应的短训练序列可以表示为:

- 5 $\{L2, -1, -R2, -1, L2, 0, R2, 1, -L2, 1, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2, 1, R2, 1, -L2, 0, -R2, -1, L2, -1, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L2, 0, -R2, -1, L2, 0, R2, 1, -L2, 1, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2, 0, R2, 1, -L2, 0, -R2, -1, L2, -1, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L2, -1, -R2, -1, L2, 0, R2, 1, -L2, 0, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2, 1, R2, 1, -L2, 0, -R2, -1, L2, 0, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L2, -1, -R2, -1, L2, 0, R2, 0, -L2, 1, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2, 1, R2, 1, -L2, 0, -R2, 0, L2, -1, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
10 $\{L2, -1, -R2, 0, L2, 0, R2, 1, -L2, 1, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2, 1, R2, 0, -L2, 0, -R2, -1, L2, -1, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ 。

将 $L2$ 表示为 $\{M, -1, M, -1, -M, -1, M\}$, $R2$ 表示为 $\{-M, 1, M, 1, -M, 1, -M\}$, $-L2 = \{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M\}$, $-R2$ 表示为 $\{M, -1, -M, -1, M, -1, M\}$ 代入, 可以得出 240MHz、周期长度为 $1.6\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 对应的短训练序列。

- 15 应理解, 当周期长度为 $1.6\mu\text{s}$ 、信道带宽为 240MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为上述十种表示方式中的任意一种。

- 20 由上可知, $L2$ 、 $R2$ 为与 80MHz、 $1.6\mu\text{s}$ 的短训练序列相关的序列。从而 240MHz 的短训练序列可以与 80MHz 的短训练序列兼容。且上述 240MHz 的短训练序列, 可以支持大带宽(带宽大于 160MHz)信道上的自动增益控制, 并且经过仿真验证, 将表 3 中 PAPR 与 802.11ax 的 PAPR (表 1) 对比, 这些短训练序列的峰均功率比较小, 可以支持大带宽信道上的自动增益控制, 并且可以提高接收端的自动增益控制电路的估计效果, 从而降低接收误码率。因此, 本申请方案针对大信道带宽提出的短训练序列, 可以将 PAPR 控制得很低。

示例二: 目标信道的带宽为 320MHz

- 25 下面仍然以周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、 $1.6\mu\text{s}$ 这两种场景, 说明 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

场景一: 周期长度为 $0.8\mu\text{s}$

- 30 当周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、目标信道的带宽为 320MHz 时, 基于不同带宽的参考信道的 HE-STF, 得到的 320MHz 的 EHT-STF 不同。下面, 结合方式 A 和方式 B, 说明 320MHz 的 EHT-STF 的不同表示方式。

方式 A

基于 80MHz 周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 的 HE-STF 对应的短训练序列, 得到周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

- 35 320MHz 带宽共有 $1024 \times 4 = 4096$ 个子载波, 左右边缘分别有 12 个和 11 个保护子载波, 带宽中间有 $11+12=23$ 个直流子载波。当短训练字段包括的周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 时, 短训练序列可以表示为 $S_{-2032:16:2032}$ 。其中, -2032、2032 表示的是起始子载波的下标标号, 16 表示间隔。-2032:16:2032 表示从下标为 -2032 的子载波开始每隔 16 个子载波到下标为 2032 的子载波。在其它子载波上, 频域序列值为 0。

类似地, 在本申请实施例中, 至少可以通过以下三种方法确定周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、

320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

方法一

基于参考信道的频域序列 HES，确定周期长度为 0.8μs、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

- 5 可选地，当周期长度为 0.8μs 时、目标信道的带宽为 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为：

$$\begin{aligned} & \{L1,0,-R1,0,L1,0,R1,0,L1,0,-R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-L1,0,R1,0,-L1,0,-R1,0,-L1,0,R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{L1,0,-R1,-1,L1,0,R1,0,L1,0,-R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ 10 & \{-L1,0,R1,1,-L1,0,-R1,0,-L1,0,R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{L1,0,-R1,0,-L1,0,R1,0,-L1,0,-R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-L1,0,R1,0,L1,0,-R1,0,L1,0,R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{L1,0,-R1,0,L1,0,-R1,0,-L1,0,-R1,0,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-L1,0,R1,0,-L1,0,R1,0,L1,0,R1,0,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ 15 & \{L1,0,-R1,1,L1,0,-R1,0,-L1,0,-R1,-1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-L1,0,R1,-1,-L1,0,R1,0,L1,0,R1,1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}。 \end{aligned}$$

其中，类似地，

$$L1 = \text{HES}_{\text{左}1} \cdot \sqrt{2}/(1+j) = \text{HES}_{496:16:496} \cdot \sqrt{2}/(1+j), \quad R1 = \text{HES}_{\text{右}1} \cdot \sqrt{2}/(1+j) = \text{HES}_{16:16:496} \cdot \sqrt{2}/(1+j);$$

- 20 HES_{496:16:496} 为 80MHz、周期长度为 0.8μs 时所对应的 HES；

L1 表示为 {M,1,-M}、R1 表示为 {-M,1,-M}、-L1 表示为 {-M,-1,M}、-R1 表示为 {M,-1,M}。

因此，上述短训练序列给出的这些值分别对应从下标为 -2032 的子载波开始每隔 16 个子载波到下标为 2032 的子载波的频域序列值。

- 25 应理解，当周期长度为 0.8μs、信道带宽为 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为上述十种表示方式中的任意一种。

由上可知，通过方法一，可以基于标准中已规定的 HES 变换得到 320MHz、周期长度为 0.8μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

方法二

基于 M 序列，变换得到 240MHz、周期长度为 0.8μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

- 30 具体地，将 L1 表示为 {M,1,-M}，R1 表示为 {-M,1,-M}，-L1 表示为 {-M,-1,M}，-R1 表示为 {M,-1,M} 代入，可以得出周期长度为 0.8μs、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为：

$$\begin{aligned} & \{M,1,-M,0,M,-1,M,0,M,1,-M,0,-M,1,-M,0,M,1,-M,0,M,-1,M,-1,-M,-1,M,0,M,-1,M\} \cdot \\ & (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ 35 & \{-M,-1,M,0,-M,1,-M,0,-M,-1,M,0,M,-1,M,0,-M,-1,M,0,-M,1,-M,1,M,1,-M,0,-M,1,-M\} \cdot \\ & (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{M,1,-M,0,M,-1,M,-1,M,1,-M,0,-M,1,-M,0,M,1,-M,0,M,-1,M,-1,-M,-1,M,0,M,-1,M\} \cdot \\ & (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\ & \{-M,-1,M,0,-M,1,-M,1,-M,-1,M,0,M,-1,M,0,-M,-1,M,0,-M,1,-M,1,M,1,-M,0,-M,1,-M\} \cdot \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
& \{M, 1, -M, 0, M, -1, M, 0, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M, 0, -M, -1, M, 0, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, M\} \cdot \\
& (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
& \{-M, -1, M, 0, -M, 1, -M, 0, M, 1, -M, 0, M, -1, M, 0, M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, -M\} \cdot \\
5 \quad & (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
& \{M, 1, -M, 0, M, -1, M, 0, M, 1, -M, 0, M, -1, M, 0, -M, -1, M, 0, M, -1, M, 0, M, 1, -M, 0, -M, 1, -M\} \cdot \\
& (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
& \{-M, -1, M, 0, -M, 1, -M, 0, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M, 0, M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 0, -M, -1, M, 0, M, -1, M\} \cdot \\
10 \quad & (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
& \{M, 1, -M, 0, M, -1, M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, M, 0, -M, -1, M, 0, M, -1, M, -1, M, 1, -M, 0, -M, 1, -M\} \cdot \\
& (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
& \{-M, -1, M, 0, -M, 1, -M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M, 0, M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 1, -M, -1, M, 0, M, -1, M\} \cdot \\
& (1+j)/\sqrt{2}.
\end{aligned}$$

因此, 上述短训练序列给出的这些值分别对应从下标为-2032的子载波开始每隔16个子载波到下标为2032的子载波的频域序列值。

应理解, 当周期长度为0.8μs、信道带宽为320MHz的EHT-STF对应的短训练序列S可以表示为上述十种表示方式中的任意一种。

由上可知, 通过方法二, 可以基于M序列变换得到320MHz、周期长度为0.8μs的EHT-STF对应的短训练序列S。

方法三

将上述方法一或方法二中的EHT-STF对应的短训练序列直接缓存或存储在本地, 当使用时, 直接从本地获取EHT-STF对应的短训练序列。

应理解, 上述三种方法仅是示例性说明, 本申请并未限定于此, 任何可以得到上述320MHz、周期长度为0.8μs的EHT-STF对应的短训练序列的方法都属于本申请实施例保护的

范围。上述周期长度为0.8μs、320MHz的EHT-STF对应的短训练序列, 可以通过仿真计算得到。例如, 若采用方法一, 可以基于已存储的HE-STF对应的频域序列HES, 采用对应的公式计算得到。又如, 若采用方法二, 可以基于已存储的或者协议规定的M序列, 采用对应的公式计算得到。

具体地, 与240MHz信道带宽的EHT-STF设计类似, 本申请方案针对320MHz的信道带宽, 基于带宽为80MHz的信道的HE-STF, 设计了带宽为320MHz的信道的EHT-STF。首先, 带宽为320MHz的tone plan由4个带宽为80MHz的tone plan拼接而成, 与240MHz类似, 每个80MHz的左右保护子载波和中间的直流子载波都保留。这样, 320MHz带宽共有1024×4=4096个子载波, 左右边缘分别有12个和11个保护子载波, 带宽中间有11+12=23个直流子载波。

基于802.11ax已定义的80MHz、周期长度为0.8μs的HE-STF的频域序列HES_{496:16:496}, 320MHz、周期长度为0.8μs的EHT-STF对应的短训练序列S的详细的设计公式为:

$$S_{-2032:16:2032} = \{c_1 \cdot L1, 0, c_2 \cdot R1, a_1, c_3 \cdot L1, 0, c_4 \cdot R1, 0, c_5 \cdot L1, 0, c_6 \cdot R1, a_2, c_7 \cdot L1, 0, c_8 \cdot R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$$

(5)

$$L1 = \text{HES}_{-496:16:-16} \cdot \sqrt{2} / (1+j) = \{M, 1, -M\}$$

$$R1 = \text{HES}_{16:16:496} \cdot \sqrt{2} / (1+j) = \{-M, 1, -M\}$$

同样, 其中,

5 a_i 的取值为 $\{-1, 0, 1\}$, $i=1, 2$;

c_j 的取值为 $\{-1, 1\}$, $j=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ 。

因此, 通过方法一得到周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列时, 可以基于已存储的 $\text{HES}_{-496:16:-16}$ 和 $\text{HES}_{16:16:496}$, 采用上述公式 (5) 得到。或者, 通过方法二得到周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列时, 可以基于 M 序列, 10 采用上述公式 (5) 得到。

根据上述公式 (5), 可以得到周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列。此外, 通过仿真计算, 如调整 a_i 和 c_j 以使 EHT-STF 对应的短训练序列对应的 PAPR 小于或等于预设的第三阈值, 从而可以获得性能较好的序列。

具体地, 经过 $2^8 \times 3^2 = 2304$ 次穷举检索, 可以得出所有可能的 $S_{-2032:16:2032}$ 以及对应的 15 PAPR 值, 最后比较得到 PAPR 最小的 $S_{-2032:16:2032}$ 。表 4 示出了基于 80MHz 、周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 的 HE-STF 的频域序列 HES, 设计 320MHz 、周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 时, 最优的 10 组 S 中的 a_i 和 c_i 。

其中, 其中, 该预设的阈值 (即, 预设的第三阈值的一例) 的设置可以是通过对参数集 A 和参数集 C 进行穷举, 根据穷举过程中得到的 PAPR 的最小值设置 (如表 4 中列出的 PAPR 最小时的十组结果); 或者, 也可以结合穷举结果得到的 PAPR 的最小值以及序列本身的性质等综合设置; 或者, 也可以是结合穷举结果得到的 PAPR 的最小值以及预先设置的参数等综合设置; 或者, 也可以是预先规定; 或者, 该预设的阈值也可以是经过多次实验结果得到的等等。

25 表 4 320MHz 、周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 的参数集取值

序号	a_1	a_2	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	PAPR (dB)
1	0	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	4.7164
2	0	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	4.7164
3	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	4.7482
4	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	4.7482
5	0	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	4.8001
6	0	1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	4.8001
7	0	0	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	4.8576
8	0	0	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	4.8576

9	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	4.8615
10	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	4.8615

将得到的十组结果中的 a_i 和 c_i 的值分别带入上述公式 (5)，可以得出周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列可以表示为：

- 5 $\{L1,0,-R1,0,L1,0,R1,0,L1,0,-R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
 $\{-L1,0,R1,0,-L1,0,-R1,0,-L1,0,R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
 $\{L1,0,-R1,-1,L1,0,R1,0,L1,0,-R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
 $\{-L1,0,R1,1,-L1,0,-R1,0,-L1,0,R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
 $\{L1,0,-R1,0,-L1,0,R1,0,-L1,0,-R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
 $\{-L1,0,R1,0,L1,0,-R1,0,L1,0,R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
10 $\{L1,0,-R1,0,L1,0,-R1,0,-L1,0,-R1,0,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
 $\{-L1,0,R1,0,-L1,0,R1,0,L1,0,-R1,0,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
 $\{L1,0,-R1,1,L1,0,-R1,0,-L1,0,-R1,-1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
 $\{-L1,0,R1,-1,-L1,0,R1,0,L1,0,R1,1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ 。

- 将 $L1$ 表示为 $\{M,1,-M\}$ ， $R1$ 表示为 $\{-M,1,-M\}$ ， $-L1$ 表示为 $\{-M,-1,M\}$ ， $-R1$ 表示为 $\{M,-1,M\}$ 代入，可以得出周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列。

应理解，当周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、信道带宽为 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为上述十种表示方式中的任意一种。

- 由上可知， $L1$ 、 $R1$ 为与 80MHz 、周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 所对应的短训练序列相关的序列。从而 320MHz 的短训练序列可以与 80MHz 的短训练序列兼容。且上述 320MHz 的短训练序列，可以支持大带宽（带宽大于 160MHz ）信道上的自动增益控制，并且经过仿真验证，将表 4 中 PAPR 与 802.11ax 的 PAPR（表 1）对比，这些短训练序列的峰均功率比较小，可以支持大带宽信道上的自动增益控制，并且可以提高接收端的自动增益控制电路的估计效果，从而降低接收误码率。因此，本申请方案针对大信道带宽提出的短训练序列，可以将 PAPR 控制得很低。

25 方式 B

基于周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、 160MHz 的频域序列 HES，得到周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 。

- 320MHz 带宽共有 $2048 \times 2 = 4096$ 个子载波，当短训练字段包括的周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 时，短训练序列可以表示为 $S_{-2032:16:2032}$ 。其中，-2032、2032 表示的是起始子载波的下标号，16 表示间隔。-2032:16:2032 表示从下标为 -2032 的子载波开始每隔 16 个子载波到下标为 2032 的子载波。在其它子载波上，频域序列值为 0。

类似地，在本申请实施例中，至少可以通过以下三种方法确定周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列。

方法一

- 35 基于参考信道的带宽的频域序列 HES，确定周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 。

可选地, 当周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 时, 目标信道的带宽为 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列可以表示为:

$$\begin{aligned}
 & \{L3, 0, R3, 0, -L3, -1, R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{-L3, 0, -R3, 0, L3, 1, -R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 5 & \{L3, 0, R3, 0, -L3, 0, R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{-L3, 0, -R3, 0, L3, 0, -R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{L3, 1, -R3, 0, -L3, 1, -R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{-L3, -1, R3, 0, L3, -1, R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{L3, 1, -R3, 0, -L3, 0, -R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 10 & \{-L3, -1, R3, 0, L3, 0, R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{L3, 1, R3, 0, -L3, -1, R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{-L3, -1, -R3, 0, L3, 1, -R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}.
 \end{aligned}$$

其中, 类似地,

$$\begin{aligned}
 L3 &= \text{HES}_{-1008:16:-16} \cdot \sqrt{2}/(1+j) = \{M, 1, -M, 0, -M, 1, -M\}, \text{HES}_{-1008:16:-16} \text{ 为 HES}_{-1008:16:1008} \\
 15 & \text{ 在 } 0 \text{ 子载波左边的部分;} \\
 R3 &= \text{HES}_{16:16:1008} \cdot \sqrt{2}/(1+j) = \{-M, -1, M, 0, -M, 1, -M\}, \text{HES}_{16:16:1008} \text{ 为 HES}_{-1008:16:1008} \\
 & \text{ 在 } 0 \text{ 子载波右边的部分;}
 \end{aligned}$$

HES_{-1008:16:1008} 为 160MHz、周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 时所对应的 HES。

因此, 上述短训练序列给出的这些值分别对应从下标为 -2032 的子载波开始每隔 16 个子载波到下标为 2032 的子载波的频域序列值。

应理解, 当周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、信道带宽为 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为上述十种表示方式中的任意一种。

由上可知, 通过方法一, 可以基于标准中已规定的 HES 变换得到周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列。

方法二

基于 M 序列, 变换得到周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

具体地, 将 L3 表示为 $\{M, 1, -M, 0, -M, 1, -M\}$, R3 表示为 $\{-M, -1, M, 0, -M, 1, -M\}$, -L3 表示为 $\{-M, -1, M, 0, M, -1, M\}$, -R3 表示为 $\{M, 1, -M, 0, M, -1, M\}$ 代入, 可以得出周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、320MHz 的 EHT-STF 可以表示为:

$$\begin{aligned}
 30 & \{M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 0, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M, 0, -M, -1, M, 0, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M\} \cdot \\
 & (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{-M, -1, M, 0, M, -1, M, 0, M, 1, -M, 0, M, -1, M, 0, M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, M\} \cdot \\
 & (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 0, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M, 0, -M, -1, M, 0, M, -1, M, 0, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M\} \cdot \\
 35 & (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{-M, -1, M, 0, M, -1, M, 0, M, 1, -M, 0, M, -1, M, 0, M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 0, M, 1, -M, 0, M, -1, M\} \cdot \\
 & (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, M, 0, -M, -1, M, 0, M, -1, M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, M\} \cdot \\
 & (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}
 \end{aligned}$$

$\{-M, -1, M, 0, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M, 0, M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或

$\{M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, M, 0, -M, -1, M, 0, M, -1, M, 0, M, 1, -M, 0, M, -1, M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或

5 $\{-M, -1, M, 0, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M, 0, M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 0, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或

$\{M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 1, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M, 0, -M, -1, M, 0, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或

10 $\{-M, -1, M, 0, M, -1, M, -1, M, 1, -M, 0, M, -1, M, 0, M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ 。

因此, 上述短训练序列给出的这些值分别对应从下标为-2032的子载波开始每隔16个子载波到下标为2032的子载波的频域序列值。

应理解, 当周期长度为0.8μs、信道带宽为320MHz的EHT-STF对应的短训练序列S可以表示为上述十种表示方式中的任意一种。

15 由上可知, 通过方法二, 可以基于M序列变换得到周期长度为0.8μs、320MHz的EHT-STF对应的短训练序列S。

方法三

将上述方法一或方法二中的EHT-STF对应的短训练序列直接缓存或存储在本地, 当使用时, 直接从本地获取EHT-STF对应的短训练序列。

20 应理解, 上述三种方法仅是示例性说明, 本申请并未限定于此, 任何可以得到上述周期长度为0.8μs、320MHz的EHT-STF对应的短训练序列的方法都属于本申请实施例保护的范畴。

同场景一类似, 上述周期长度为0.8μs、320MHz的EHT-STF对应的短训练序列S, 可以通过仿真计算得到。例如, 若采用方法一, 可以基于已存储的HE-STF对应的频域序列HES, 采用对应的公式计算得到。又如, 若采用方法二, 可以基于已存储的或者协议规定的M序列, 采用对应的公式计算得到。

具体地, 带宽为320MHz的EHT-STF还可以通过旋转、拼接带宽为160MHz的HE-STF来构建。具体地, 可以基于802.11ax已定义的160MHz、周期长度为0.8μs的HE-STF的频域序列HES_{16:16:1008}设计周期长度为0.8μs 320MHz的EHT-STF对应的短训练序列S
30 其详细的设计公式为:

$$S_{-2032:16:2032} = \{c_1 \cdot L3, a_1, c_2 \cdot R3, 0, c_3 \cdot L3, a_2, c_4 \cdot R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2} \quad (6)$$

$$L3 = HES_{-1008:16:-16} \cdot \sqrt{2}/(1+j) = \{M, 1, -M, 0, -M, 1, -M\}$$

$$R3 = HES_{16:16:1008} \cdot \sqrt{2}/(1+j) = \{-M, -1, M, 0, -M, 1, -M\}$$

35 同样, 其中,

a_i 的取值为 $\{-1, 0, 1\}$, $i=1, 2$;

c_j 的取值为 $\{-1, 1\}$, $j=1, 2, 3, 4$ 。

类似地, 通过方法一得到周期长度为0.8μs、320MHz的EHT-STF对应的短训练序列时, 可以基于已存储的HES_{-1008:16:-16}和HES_{16:16:1008}, 采用上述公式(6)得到。或者, 通

过方法二得到周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列时，可以基于 M 序列，采用上述公式 (6) 得到。

根据上述公式 (6)，可以得到周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 、 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列。此外，通过仿真计算，如调整 a_i 和 c_i 以使 EHT-STF 对应的短训练序列对应的 PAPR 5 小于或等于预设的第四阈值，从而可以获得性能较好的序列。

具体地，经过 $2^4 \times 3^2 = 144$ 次穷举检索，可以得出所有可能的 $S_{-2032:16:2032}$ 以及对应的 PAPR 值，最后比较得到 PAPR 最小的 $S_{-2032:16:2032}$ 。表 5 示出了基于 160MHz 、周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 的 HE-STF，设计 320MHz 、周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 10 时，最优的 10 组 S 中的 a_i 和 c_i 。

其中，该预设的阈值（即，预设的第四阈值的一例）的设置可以是通过对参数集 A 和参数集 C 进行穷举，根据穷举过程中得到的 PAPR 的最小值设置（如表 5 中列出的 PAPR 最小时的十组结果）；或者，也可以结合穷举结果得到的 PAPR 的最小值以及序列本身的性质等综合设置；或者，也可以是结合穷举结果得到的 PAPR 的最小值以及预先设置的参数等综合设置；或者，也可以是预先规定；或者，该预设的阈值也可以是经过多次 15 实验结果得到的等等。

表 5 320MHz 、周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 的参数集取值

序号	a_1	a_2	c_1	c_2	c_3	c_4	PAPR (dB)
1	0	-1	1	1	-1	1	5.2021
2	0	1	-1	-1	1	-1	5.2021
3	0	0	1	1	-1	1	5.2404
4	0	0	-1	-1	1	-1	5.2404
5	1	1	1	-1	-1	-1	5.2691
6	-1	-1	-1	1	1	1	5.2691
7	1	0	1	-1	-1	-1	5.3267
8	-1	0	-1	1	1	1	5.3267
9	1	-1	1	1	-1	1	5.3441
10	-1	1	-1	-1	1	-1	5.3441

将得到的十组结果中的 a_i 和 c_i 的值分别带入上述公式 (6)，可以得出周期长度为 20 $0.8\mu\text{s}$ 、 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为：

$$\{L3,0,R3,0,-L3,-1,R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

$$\{-L3,0,-R3,0,L3,1,-R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

$$\{L3,0,R3,0,-L3,0,R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

- 5 $\{-L3,0,-R3,0,L3,0,-R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L3,1,-R3,0,-L3,1,-R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L3,-1,R3,0,L3,-1,R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L3,1,-R3,0,-L3,0,-R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L3,-1,R3,0,L3,0,R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L3,1,R3,0,-L3,-1,R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L3,-1,-R3,0,L3,1,-R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ 。

10 将 $L3$ 表示为 $\{M,1,-M,0,-M,1,-M\}$, $R3$ 表示为 $\{-M,-1,M,0,-M,1,-M\}$, $-L3$ 表示为 $\{-M,-1,M,0,M,-1,M\}$, $-R3$ 表示为 $\{M,1,-M,0,M,-1,M\}$ 代入, 可以得出周期长度为 $0.8\mu s$ 、
 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 。

应理解, 当周期长度为 $0.8\mu s$ 、信道带宽为 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为上述十种表示方式中的任意一种。

需要说明的是, 上述方式 A 和方式 B 仅为示例性说明, 本申请实施例并未限定于此。

15 由上可知, $L3$ 、 $R3$ 为与 160MHz、周期长度为 $0.8\mu s$ 所对应的短训练序列相关的序列。从而 320MHz 的短训练序列可以与 160MHz 的短训练序列兼容。且上述 320MHz 的短训练序列, 可以支持大带宽 (带宽大于 160MHz) 信道上的自动增益控制, 并且经过仿真验证, 将表 5 中 PAPR 与 802.11ax 的 PAPR (表 1) 对比, 这些短训练序列的峰均功率比较小, 可以支持大带宽信道上的自动增益控制, 并且可以提高接收端的自动增益控制电路的估计效果, 从而降低接收误码率。因此, 本申请方案针对大信道带宽提出的短训练序列, 可以
 20 将 PAPR 控制得很低。

场景二: 周期长度为 $1.6\mu s$

类似地, 当周期长度为 $1.6\mu s$ 、目标信道的带宽为 320MHz 时, 基于不同的参考信道的带宽的 HE-STF, 得到的 320MHz 的 EHT-STF 不同。下面, 结合方式 A 和方式 B, 说明 320MHz 的 EHT-STF 的不同表示方式。

25 方式 A

基于周期长度为 $1.6\mu s$ 、80MHz 的频域序列 HES, 得到周期长度为 $1.6\mu s$ 、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 。

30 320MHz 带宽共有 $1024 \times 4 = 4096$ 个子载波, 左右边缘分别有 12 个和 11 个保护子载波, 带宽中间有 $11+12=23$ 个直流子载波。当短训练字段包括的周期长度为 $1.6\mu s$ 时, 短训练序列可以表示为 $S_{-2024:8:2024}$ 。其中, -2024 、 2024 表示的是起始子载波的下标标号, 8 表示间隔。 $-2024:8:2024$ 表示从下标为 -2024 的子载波开始每隔 8 个子载波到下标为 2024 的子载波。在其它子载波上, 频域序列值为 0。

类似地, 在本申请实施例中, 至少可以通过以下三种方法确定周期长度为 $1.6\mu s$ 、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 。

35 方法一

基于参考信道的带宽的频域序列 HES, 确定周期长度为 $1.6\mu s$ 、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 。

可选地, 当周期长度为 $1.6\mu s$ 时, 目标信道的带宽为 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为:

- 5 $\{L2,0,-R2,-1,L2,0,-R2,0,L2,0,R2,-1,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2,0,R2,1,-L2,0,R2,0,-L2,0,-R2,1,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L2,0,-R2,0,L2,0,-R2,0,L2,0,R2,-1,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2,0,R2,0,-L2,0,R2,0,-L2,0,-R2,1,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L2,0,-R2,-1,L2,0,-R2,0,L2,0,R2,0,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2,0,R2,1,-L2,0,R2,0,-L2,0,-R2,0,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L2,0,-R2,1,L2,0,-R2,0,L2,0,R2,-1,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2,0,R2,-1,-L2,0,R2,0,-L2,0,-R2,1,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L2,0,-R2,0,L2,0,-R2,0,L2,0,R2,0,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
10 $\{-L2,0,R2,0,-L2,0,R2,0,-L2,0,-R2,0,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ 。

其中, 类似地,

$L2 = HES_{504:8:-8} \cdot \sqrt{2}/(1+j) = \{M, -1, M, -1, -M, -1, M\}$, $HES_{504:8:-8}$ 为 $HES_{504:8:504}$ 在 0 子载波左边的部分;

- 15 $R2 = HES_{8:8:504} \cdot \sqrt{2}/(1+j) = \{-M, 1, M, 1, -M, 1, -M\}$, $HES_{8:8:504}$ 为 $HES_{504:8:504}$ 在 0 子载波右边的部分;

$HES_{504:8:504}$ 为 80MHz、周期长度为 1.6 μ s 时所对应的 HES;

$L2$ 表示为 $\{M,-1,M,-1,-M,-1,M\}$, $R2$ 表示为 $\{-M,1,M,1,-M,1,-M\}$,
 $-L2 = \{-M,1,-M,1,M,1,-M\}$, $-R2$ 表示为 $\{M,-1,-M,-1,M,-1,M\}$ 。

- 20 因此, 上述短训练序列给出的这些值分别对应从下标为-2024 的子载波开始每隔 8 个子载波到下标为 2024 的子载波的频域序列值。

需要说明的是, 当周期长度为 1.6 μ s、信道带宽为 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为上述十种表示方式中的任意一种。

由上可知, 通过方法一, 可以基于标准中已规定的 HES 变换得到周期长度为 1.6 μ s、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列。

- 25 方法二

基于 M 序列, 变换得到周期长度为 1.6 μ s、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

具体地, 将 $L2$ 表示为 $\{M,-1,M,-1,-M,-1,M\}$, $R2$ 表示为 $\{-M,1,M,1,-M,1,-M\}$,
 $-L2 = \{-M,1,-M,1,M,1,-M\}$, $-R2$ 表示为 $\{M,-1,-M,-1,M,-1,M\}$ 代入, 可以得出周期长度为 1.6 μ s、320MHz 的 EHT-STF 可以表示为:

- 30 $\{M,-1,M,-1,-M,-1,M,0,M,-1,-M,-1,M,-1,M,-1,M,-1,M,-1,M,0,M,-1,-M,-1,M,-1,M,0,M,-1,M,-1,M,-1,M,0,M,-1,M,1,-M,1,-M,-1,-M,1,-M,1,M,1,-M,0,M,-1,-M,-1,M,-1,M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或

$\{-M,1,-M,1,M,1,-M,0,-M,1,M,1,-M,1,-M,1,-M,1,M,1,-M,0,-M,1,M,1,-M,1,-M,1,-M,1,M,1,-M,0,M,-1,-M,-1,M,-1,M,-1,M,1,-M,1,-M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$;

- 35 或

$\{M,-1,M,-1,-M,-1,M,0,M,-1,-M,-1,M,-1,M,0,M,-1,M,-1,M,0,M,-1,-M,-1,M,-1,M,0,M,-1,M,-1,M,0,-M,1,M,1,-M,1,-M,-1,-M,1,-M,1,M,1,-M,0,M,-1,-M,-1,M,-1,M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$;

$\{-M,1,-M,1,M,1,-M,0,-M,1,M,1,-M,1,-M,0,-M,1,-M,1,M,1,-M,0,-M,1,M,1,-M,1,-M,1,-M,0,-M,1,M,1,-M,1,-M\}$

, -M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, 1, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M} · (1+j)/√2 ;
或

{M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, 0,
M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M} ·

5 (1+j)/√2 ; 或

{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 0, -M, 1,
-M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, 0, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M} · (1+j)/√2 ;
或

{M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, 1, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, 0,
10 M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, -1, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M} ·
(1+j)/√2 ; 或

{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, -1, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 0, -M,
1, -M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, 1, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M} · (1+j)/√2 ;
或

{M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, 0, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, 0,
15 M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M} ·
(1+j)/√2 ; 或

{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 0, -M, 1,
-M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, 0, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M} · (1+j)/√2 ;

20 因此, 上述短训练序列给出的这些值分别对应从下标为-2024 的子载波开始每隔 8 个
子载波到下标为 2024 的子载波的频域序列值。

需要说明的是, 当周期长度为 1.6μs、信道带宽为 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练
序列 S 可以表示为上述十种表示方式中的任意一种。

由上可知, 通过方法二, 可以基于 M 序列变换得到周期长度为 1.6μs、320MHz 的
25 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

方法三

将上述方法一或方法二中的 EHT-STF 对应的短训练序列直接缓存或存储在本地, 当
使用时, 直接从本地获取 EHT-STF 对应的短训练序列。

应理解, 上述三种方法仅是示例性说明, 本申请并未限定于此, 任何可以得到上述周
30 期长度为 1.6μs、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列的方法都属于本申请实施例保护的
的范围。

上述周期长度为 1.6μs、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S, 可以通过仿真
计算得到。例如, 若采用方法一, 可以基于已存储的 HE-STF 对应的频域序列 HES, 采用
对应的公式计算得到。又如, 若采用方法二, 可以基于已存储的或者协议规定的 M 序列,
35 采用对应的公式计算得到。

具体地, 上述序列是基于 802.11ax 已定义的 80MHz、周期长度为 1.6μs 的 HE-STF 的
频域序列 HES_{-504:8:504} 设计而成的。320MHz、周期长度为 1.6μs 的 EHT-STF 对应的短训练
序列 S 的详细的设计公式为:

$$S_{-2024:8:2024} = \{c_1 \cdot L2, 0, c_2 \cdot R2, a_1, c_3 \cdot L2, 0, c_4 \cdot R2, 0, c_5 \cdot L2, 0, c_6 \cdot R2, a_2, c_7 \cdot L2, 0, c_8 \cdot R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$$

(7)

$$L2 = \text{HES}_{504:8:-8} \cdot \sqrt{2} / (1+j) = \{M, -1, M, -1, -M, -1, M\}$$

$$R2 = \text{HES}_{8:8:504} \cdot \sqrt{2} / (1+j) = \{-M, 1, M, 1, -M, 1, -M\}$$

$$S_{\pm 2024} = 0.$$

5 同样，其中，
 a_i 的取值为 $\{-1, 0, 1\}$ ， $i=1, 2$ ；
 c_j 的取值为 $\{-1, 1\}$ ， $j=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ 。

因此，通过方法一得到周期长度为 1.6μs、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 时，可以基于已存储的 $\text{HES}_{504:8:-8}$ 和 $\text{HES}_{8:8:504}$ ，采用上述公式 (7) 得到。或者，通过方法二得到周期长度为 1.6μs、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 时，可以基于 M 序列，采用上述公式 (7) 得到。

根据上述公式 (7)，可以得到周期长度为 1.6μs、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列。此外，通过仿真计算，如调整 a_i 和 c_j 以使 EHT-STF 对应的短训练序列对应的 PAPR 小于或等于预设的第五阈值，从而可以获得性能较好的序列。

15 具体地，经过 $2^8 \times 3^2 = 2304$ 次穷举检索，可以得出所有可能的 $S_{-2024:8:2024}$ 以及对应的 PAPR 值，最后比较得到 PAPR 最小的 $S_{-2024:8:2024}$ 。表 6 示出了基于 80MHz 1.6μs 的 HE-STF 对应的频域序列 HES，设计 320MHz、周期长度为 1.6μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 时，最优的 10 组 S 中的 a_i 和 c_i 。

20 其中，该预设的阈值（即，预设的第五阈值的一例）的设置可以是通过对参数集 A 和参数集 C 进行穷举，根据穷举过程中得到的 PAPR 的最小值设置（如表 6 中列出的 PAPR 最小时的十组结果）；或者，也可以结合穷举结果得到的 PAPR 的最小值以及序列本身的性质等综合设置；或者，也可以是结合穷举结果得到的 PAPR 的最小值以及预先设置的参数等综合设置；或者，也可以是预先规定；或者，该预设的阈值也可以是经过多次实验结果得到的等等。

25 表 6 320MHz、周期长度为 1.6μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 的参数集取值

序号	a_1	a_2	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	PAPR (dB)
1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	6.1586
2	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	6.1586
3	0	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	6.2975
4	0	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	6.2975
5	-1	0	1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	6.2986
6	1	0	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	6.2986
7	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	6.4188
8	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	6.4188

9	0	0	1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	6.4367
10	0	0	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	6.4367

将得到的十组结果中的 a_i 和 c_i 的值分别带入上述公式 (7), 可以得出周期长度为 1.6 μ s、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为:

$$\begin{aligned}
 & \{L2, 0, -R2, -1, L2, 0, -R2, 0, L2, 0, R2, -1, -L2, 0, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{-L2, 0, R2, 1, -L2, 0, R2, 0, -L2, 0, -R2, 1, L2, 0, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{L2, 0, -R2, 0, L2, 0, -R2, 0, L2, 0, R2, -1, -L2, 0, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{-L2, 0, R2, 0, -L2, 0, R2, 0, -L2, 0, -R2, 1, L2, 0, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{L2, 0, -R2, -1, L2, 0, -R2, 0, L2, 0, R2, 0, -L2, 0, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{-L2, 0, R2, 1, -L2, 0, R2, 0, -L2, 0, -R2, 0, L2, 0, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{L2, 0, -R2, 1, L2, 0, -R2, 0, L2, 0, R2, -1, -L2, 0, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{-L2, 0, R2, -1, -L2, 0, R2, 0, -L2, 0, -R2, 1, L2, 0, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{L2, 0, -R2, 0, L2, 0, -R2, 0, L2, 0, R2, 0, -L2, 0, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或} \\
 & \{-L2, 0, R2, 0, -L2, 0, R2, 0, -L2, 0, -R2, 0, L2, 0, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}.
 \end{aligned}$$

将 $L2$ 表示为 $\{M, -1, M, -1, -M, -1, M\}$, $R2$ 表示为 $\{-M, 1, M, 1, -M, 1, -M\}$, $-L2 = \{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M\}$, $-R2$ 表示为 $\{M, -1, -M, -1, M, -1, M\}$ 代入, 可以得出周期长度为 1.6 μ s、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

需要说明的是, 当周期长度为 1.6 μ s、信道带宽为 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为上述十种表示方式中的任意一种。

由上可知, $L2$ 、 $R2$ 为与 80MHz、周期长度为 1.6 μ s 时所对应的短训练序列相关的序列。从而 320MHz 的短训练序列可以与 80MHz 的短训练序列兼容。且上述 320MHz 的短训练序列, 可以支持大带宽 (带宽大于 160MHz) 信道上的自动增益控制, 并且经过仿真验证, 将表 6 中 PAPR 与 802.11ax 的 PAPR (表 1) 对比, 这些短训练序列的峰均功率比较小, 可以支持大带宽信道上的自动增益控制, 并且可以提高接收端的自动增益控制电路的估计效果, 从而降低接收误码率。因此, 本申请方案针对大信道带宽提出的短训练序列, 可以将 PAPR 控制得很低。

方式 B

基于周期长度为 1.6 μ s、160MHz 的频域序列 HES, 得到周期长度为 1.6 μ s、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

320MHz 带宽共有 $2048 \times 4 = 4096$ 个子载波, 当短训练字段包括的周期长度为 1.6 μ s 时, 短训练序列可以表示为 $S_{-2040:8:2040}$ 。其中, -2040、2040 表示的是起始子载波的下标标号, 8 表示间隔。-2040:8:2040 表示从下标为 -2040 的子载波开始每隔 8 个子载波到下标为 2040 的子载波。在其它子载波上, 频域序列值为 0。

类似地, 在本申请实施例中, 至少可以通过以下三种方法确定周期长度为 1.6 μ s、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列。

方法一

基于参考信道的带宽的频域序列 HES, 确定周期长度为 1.6 μ s、320MHz 的 EHT-STF

; 或

$$\{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, 0, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, 0, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$$

; 或

$$5 \quad \{M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 0, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$$

; 或

$$\{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, 0, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, 0, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$$

10 ; 或

$$\{M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 0, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, 0, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2};$$

或

$$15 \quad \{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, 0, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 0, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$$

; 或

$$\{M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M, 0, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$$

; 或

$$20 \quad \{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M, -1, M, 0, -M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$$

。

因此, 上述短训练序列给出的这些值分别对应从下标为-2040 的子载波开始每隔 8 个子载波到下标为 2040 的子载波的频域序列值。

25 需要说明的是, 当周期长度为 1.6μs、带宽为 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为上述十种表示方式中的任意一种。

由上可知, 通过方法二, 可以基于 M 序列变换得到周期长度为 1.6μs、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。

方法三

30 将上述方法一或方法二中的 EHT-STF 对应的短训练序列直接缓存或存储在本地, 当使用时, 直接从本地获取 EHT-STF 对应的短训练序列。

应理解, 上述三种方法仅是示例性说明, 本申请并未限定于此, 任何可以得到上述周期长度为 1.6μs、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列的方法都属于本申请实施例保护的

35 同场景一类似, 上述周期长度为 1.6μs、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S, 可以通过仿真计算得到。例如, 若采用方法一, 可以基于已存储的 HE-STF 对应的频域序列 HES, 采用对应的公式计算得到。又如, 若采用方法二, 可以基于已存储的或者协议规定的 M 序列, 采用对应的公式计算得到。

具体地, 320MHz 的 SHT-STF 还可以通过旋转、拼接带宽为 160MHz 的信道的 HE-STF

来构建。具体地，可以基于 802.11ax 已定义的 160MHz、周期长度为 1.6μs 的 HE-STF 的频域序列 $HES_{-1016:8:1016}$ 生成 320MHz 周期长度为 1.6μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。其详细的设计公式为：

$$S_{-2040:8:2040} = \{c_1 \cdot L4, a_1, c_2 \cdot R4, 0, c_3 \cdot L4, a_2, c_4 \cdot R4\} \cdot (1+j) / \sqrt{2} \quad (8)$$

5

$$L4 = HES_{-1016:8:-8} \cdot \sqrt{2} / (1+j) = \{M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M\}$$

$$R4 = HES_{8:8:1008} \cdot \sqrt{2} / (1+j) = \{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M\}$$

同样，其中，

a_i 的取值为 $\{-1, 0, 1\}$ ， $i=1, 2$ ；

10

c_j 的取值为 $\{-1, 1\}$ ， $j=1, 2, 3, 4$ 。

类似地，通过方法一得到周期长度为 1.6μs、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 时，可以基于已存储的 $HES_{-1016:8:-8}$ 和 $HES_{8:8:1008}$ ，采用上述公式 (8) 得到。或者，通过方法二得到周期长度为 1.6μs、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 时，可以基于 M 序列，采用上述公式 (8) 得到。

15

根据上述公式 (8)，可以得到周期长度为 1.6μs、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S。此外，通过仿真计算，如调整 a_i 和 c_i ，以使 EHT-STF 对应的短训练序列 S 对应的 PAPR 小于或等于预设的第六阈值，从而可以获得性能较好的序列。

具体地，经过 $2^4 \times 3^2 = 144$ 次穷举检索，可以得出所有可能的 $S_{-2032:16:2032}$ 以及对应的 PAPR 值，最后比较得到 PAPR 最小的 $S_{-2040:8:2040}$ 。表 7 示出了基于 160MHz、周期长度为 1.6μs 的 HE-STF 对应的短训练序列，设计 320MHz、周期长度为 1.6μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 时，最优的 10 组 S 中的 a_i 和 c_i 。

20

其中，该预设的阈值（即，预设的第六阈值的一例）的设置可以是通过对参数集 A 和参数集 C 进行穷举，根据穷举过程中得到的 PAPR 的最小值设置（如表 7 中列出的 PAPR 最小时的十组结果）；或者，也可以结合穷举结果得到的 PAPR 的最小值以及序列本身的性质等综合设置；或者，也可以是结合穷举结果得到的 PAPR 的最小值以及预先设置的参数等综合设置；或者，也可以是预先规定；或者，该预设的阈值也可以是经过多次实验结果得到的等等。

25

表 7 320MHz、周期长度为 1.6μs 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 的参数集取值

序号	a_1	a_2	c_1	c_2	c_3	c_4	PAPR (dB)
1	1	-1	1	1	1	-1	6.5894
2	-1	1	-1	-1	-1	1	6.5894
3	0	0	1	1	1	-1	6.599
4	0	0	-1	-1	-1	1	6.599
5	0	-1	1	1	1	-1	6.6319
6	0	1	-1	-1	-1	1	6.6319

7	0	1	1	-1	1	1	6.6514
8	0	-1	-1	1	-1	-1	6.6514
9	1	0	1	1	1	-1	6.6685
10	-1	0	-1	-1	-1	1	6.6685

将得到的十组结果中的 a_i 和 c_i 的值分别带入上述公式 (8)，可以得出周期长度为 $1.6\mu\text{s}$ 、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为：

- 5 $\{L4, 1, R4, 0, L4, -1, -R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
 $\{-L4, -1, -R4, 0, -L4, 1, R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
 $\{L4, 0, R4, 0, L4, 0, -R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
 $\{-L4, 0, -R4, 0, -L4, 0, R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
 $\{L4, 0, R4, 0, L4, -1, -R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
 $\{-L4, 0, -R4, 0, -L4, 1, R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
10 $\{L4, 0, -R4, 0, L4, 1, R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
 $\{-L4, 0, R4, 0, -L4, -1, -R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
 $\{L4, 1, R4, 0, L4, 0, -R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或
 $\{-L4, -1, -R4, 0, -L4, 0, R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ 。

- 15 将 L4 表示为 $\{M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M\}$ ，R4 表示为 $\{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, -M, 1, M, 1, -M, 1, -M\}$ ，-L4 表示为 $\{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M\}$ ，-R4 表示为 $\{M, -1, M, -1, -M, -1, M, 0, M, -1, -M, -1, M, -1, M\}$ 代入，可以得出周期长度为 $1.6\mu\text{s}$ 、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列。

需要说明的是，当周期长度为 $1.6\mu\text{s}$ 、信道带宽为 320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列 S 可以表示为上述十种表示方式中的任意一种。

- 20 需要说明的是，上述方式 A 和方式 B 仅为示例性说明，本申请并未限定于此。

- 由上可知，L4、R4 为与 160MHz、周期长度为 $1.6\mu\text{s}$ 时所对应的短训练序列相关的序列。从而 320MHz 的短训练序列可以与 160MHz 的短训练序列兼容。且上述 320MHz 的短训练序列，可以支持大带宽（带宽大于 160MHz）信道上的自动增益控制，并且经过仿真验证，将表 7 中 PAPR 与 802.11ax 的 PAPR（表 1）对比，这些短训练序列的峰均功率比较小，可以支持大带宽信道上的自动增益控制，并且可以提高接收端的自动增益控制电路的估计效果，从而降低接收误码率。因此，本申请方案针对大信道带宽提出的短训练序列，可以将 PAPR 控制得很低。

- 30 由上可知，在本申请实施例中，本申请实施例提出了针对 240MHz、320MHz 的 EHT-STF 对应的短训练序列，且 EHT-STF 对应的短训练序列可以直接存储在本地端；或者，也可以是 M 序列存储于本地端或者是协议约定，基于 M 序列，采用对应的公式计算得到该 EHT-STF 对应的短训练序列；或者，也可以是存储 HE-STF 对应的短训练序列，基于 HE-STF 对应的短训练序列，采用对应的公式计算得到 EHT-STF 对应的短训练序列等。本申请实施例对此不作限定。

需要说明的是，上文仅以 240MHz、320MHz 为例详细说明了本申请提供的方法，但这不应对本申请所提供的方法所适用的信道带宽构成限定，其它大于 160MHz 所对应的短训练序列，例如，200MHz、280MHz 等，都可以基于本申请实施例提供的设计短训练序列的方法得到。且都可以与现有 80MHz 的短训练序列（或，旋转因子）兼容。在本申请

5 所提供的设计短训练序列的方法的基础上，本领域的技术人员可以很容易地想到，对该方法作出变化或替换，便可应用于其它大小的信道带宽上。

由上可知，针对 240MHz 和 320MHz，周期长度为 0.8 μ s 和 1.6 μ s，以带宽为 80MHz、160MHz 的 HE-STF 对应的频域序列 HES 为基础，分别提出了 10 组 EHT-STF 对应的短训练序列 S。因此，带宽为 240MHz 和 320MHz 的信道的 EHT-STF 都考虑了与现有 802.11ax

10 的带宽为 80MHz 的 HE-STF 兼容，带宽为 320MHz 的信道的 EHT-STF 还考虑了与现有 802.11ax 的 160MHz 的 HE-STF 兼容。此外，本申请实施例，针对带宽为 240MHz 和 320MHz 的信道，通过对参数进行穷举仿真验证，将表 2 至表 7 中 PAPR 与 802.11ax 的 PAPR（表 1）对比，本申请实施例提供的短训练序列对应的峰均功率值 PAPR 较小，性能较优，进而提高接收端的自动增益控制电路的估计效果，从而降低接收误码率。因此，本申请方案

15 针对大信道带宽提出的短训练序列，可以将 PAPR 控制得很低。

以上，结合图 1 至图 6，详细说明了本申请实施例提供的发送短训练字段的方法，以下，结合图 7、图 8，详细说明本申请实施例提供的发送短训练字段的装置。

图 7 是本申请实施例提供的发送短训练字段的装置的示意性框图。如图 7 所示，该装置 700 可以包括确定模块 710 和发送模块 720。

20 在一种可能的设计中，该装置 700 可对应于上文方法实施例中的网络设备，例如，可以为网络设备，或者配置于网络设备中的芯片。

确定模块 710，用于确定短训练序列；

发送模块 720，用于在目标信道上发送短训练字段，所述短训练字段是由所述短训练序列经过快速傅里叶逆变换 IFFT 得到的，其中，所述目标信道的带宽大于 160MHz。

25 具体地，该装置 700 可以包括用于执行上述方法 200 中的网络设备执行的方法的模块。并且，该装置 700 中的各模块和上述其他操作和/或功能分别为了实现图 5 中的方法 200 的相应流程。

其中，当该装置 700 用于执行图 5 中的方法 200 时，确定模块 710 可用于执行方法 200 中的步骤 210，以及生成短训练序列的步骤，发送模块 720 可用于执行方法 200 中的

30 步骤 220。

应理解，各模块执行上述相应步骤的具体过程在上述方法实施例中已经详细说明，为了简洁，在此不再赘述。

还应理解，该装置 700 中的确定模块 710 可对应于图 8 中示出的网络设备 800 中的处理器 810，发送模块 720 可对应于图 8 中示出的网络设备 800 中的收发器 820。

35 图 8 是本申请实施例提供的网络设备 800 的结构示意图。如图 8 所示，该网络设备 800 包括处理器 810 和收发器 820。可选地，该网络设备 800 还包括存储器 830。其中，处理器 810、收发器 820 和存储器 830 之间通过内部连接通路互相通信，传递控制和/或数据信号，该存储器 830 用于存储计算机程序，该处理器 810 用于从该存储器 830 中调用并运行该计算机程序，以控制该收发器 820 收发信号。

上述处理器 810 和存储器 830 可以合成一个处理装置，处理器 810 用于执行存储器 830 中存储的程序代码来实现上述功能。具体实现时，该存储器 830 也可以集成在处理器 810 中，或者独立于处理器 810。

上述网络设备 800 还可以包括天线 840，用于将收发器 820 输出的短训练字段通过无线信号发送出去。

当存储器 830 中存储的程序指令被处理器 810 执行时，该处理器 810 用于确定短训练序列。

具体地，该网络设备 800 可以包括用于执行图 5 中的方法 200 中的方法的模块。并且，该网络设备 800 中的各模块和上述其他操作和/或功能分别为了实现图 5 中的方法 200 的相应流程，各模块执行上述相应步骤的具体过程在上述方法实施例已经详细说明，为了简洁，在此不再赘述。

上述处理器 810 可以用于执行前面方法实施例中描述的内部实现的动作。具体请见前面方法实施例中的描述，此处不再赘述。

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

还应理解，本申请实施例中的存储器可以是易失性存储器或非易失性存储器，或可包括易失性和非易失性存储器两者。其中，非易失性存储器可以是只读存储器（read-only memory，ROM）、可编程只读存储器（programmable ROM，PROM）、可擦除可编程只读存储器（erasable PROM，EPROM）、电可擦除可编程只读存储器（electrically EPROM，EEPROM）或闪存。易失性存储器可以是随机存取存储器（random access memory，RAM），其用作外部高速缓存。通过示例性但不是限制性说明，许多形式的随机存取存储器（random access memory，RAM）可用，例如静态随机存取存储器（static RAM，SRAM）、动态随机存取存储器（DRAM）、同步动态随机存取存储器（synchronous DRAM，SDRAM）、双倍数据速率同步动态随机存取存储器（double data rate SDRAM，DDR SDRAM）、增强型同步动态随机存取存储器（enhanced SDRAM，ESDRAM）、同步连接动态随机存取存储器（synchlink DRAM，SLDRAM）和直接内存总线随机存取存储器（direct rambus RAM，DR RAM）。

根据本申请实施例提供的方法，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：计算机程序代码，当该计算机程序代码在计算机上运行时，使得该计算机执行图 5 所示实施例中的方法。

根据本申请实施例提供的方法，本申请还提供一种计算机可读介质，该计算机可读介质存储有程序代码，当该程序代码在计算机上运行时，使得该计算机执行图 5 所示实施例中的方法。

根据本申请实施例提供的方法，本申请还提供一种系统，其包括前述的一个或多个终端设备以及一个或多个网络设备。

本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及

算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

5 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，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。

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
10 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。

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
15 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。

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。

所述功能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取存储介质中。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）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而
20 前述的存储介质包括：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。

25 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、一种发送短训练字段的方法，其特征在于，包括：

确定短训练序列；

5 在目标信道上发送短训练字段，所述短训练字段是由所述短训练序列经过快速傅里叶逆变换 IFFT 得到的，其中，所述目标信道的带宽大于 160MHz。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，

所述短训练序列是基于 M 序列变换得到的；或

10 所述短训练序列是基于参考信道所对应的高效频域序列 HES 变换得到的，其中，所述参考信道的带宽小于或等于 160MHz。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述目标信道的带宽为 240MHz，当所述短训练字段包括的周期长度为 $0.8\mu\text{s}$ 时，所述短训练序列表示为：

$\{L1,1,-R1,1,-L1,0,R1,0,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

$\{-L1,-1,R1,-1,L1,0,-R1,0,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

15 $\{L1,1,-R1,-1,-L1,0,-R1,1,L1,1,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

$\{-L1,-1,R1,1,L1,0,R1,-1,-L1,-1,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

$\{L1,1,-R1,1,-L1,0,R1,1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

$\{-L1,-1,R1,-1,L1,0,-R1,-1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

$\{L1,0,-R1,0,-L1,0,R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

20 $\{-L1,0,R1,0,L1,0,-R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

$\{L1,1,-R1,0,-L1,0,R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

$\{-L1,-1,R1,0,L1,0,-R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；

其中，L1 表示为 $\{M,1,-M\}$ ，R1 表示为 $\{-M,1,-M\}$ ，-L1 表示为 $\{-M,-1,M\}$ ，-R1 表示为 $\{M,-1,M\}$ 。

25 4、根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的方法，其特征在于，所述目标信道的带宽为 240MHz，

当所述短训练字段包括的周期长度为 $1.6\mu\text{s}$ 时，所述短训练序列表示为：

$\{L2,-1,-R2,-1,L2,0,R2,1,-L2,1,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

$\{-L2,1,R2,1,-L2,0,-R2,-1,L2,-1,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

30 $\{L2,0,-R2,-1,L2,0,R2,1,-L2,1,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

$\{-L2,0,R2,1,-L2,0,-R2,-1,L2,-1,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

$\{L2,-1,-R2,-1,L2,0,R2,1,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

$\{-L2,1,R2,1,-L2,0,-R2,-1,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

$\{L2,-1,-R2,-1,L2,0,R2,0,-L2,1,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

35 $\{-L2,1,R2,1,-L2,0,-R2,0,L2,-1,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

$\{L2,-1,-R2,0,L2,0,R2,1,-L2,1,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；或

$\{-L2,1,R2,0,-L2,0,-R2,-1,L2,-1,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$ ；

其中，L2 表示为 $\{M,-1,M,-1,-M,-1,M\}$ ，R2 表示为 $\{-M,1,M,1,-M,1,-M\}$ ，-L2 表示为

$\{-M, 1, -M, 1, M, 1, -M\}$, $-R2$ 表示为 $\{M, -1, -M, -1, M, -1, M\}$ 。

5、根据权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于, 所述目标信道的带宽为 320MHz, 当所述短训练字段包括的周期长度为 $0.8\mu s$ 时, 所述短训练序列表示为:

5 $\{L1, 0, -R1, 0, L1, 0, R1, 0, L1, 0, -R1, -1, -L1, 0, -R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1, 0, R1, 0, -L1, 0, -R1, 0, -L1, 0, R1, 1, L1, 0, R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1, 0, -R1, -1, L1, 0, R1, 0, L1, 0, -R1, -1, -L1, 0, -R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1, 0, R1, 1, -L1, 0, -R1, 0, -L1, 0, R1, 1, L1, 0, R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1, 0, -R1, 0, -L1, 0, R1, 0, -L1, 0, -R1, -1, -L1, 0, -R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1, 0, R1, 0, L1, 0, -R1, 0, L1, 0, R1, 1, L1, 0, R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
10 $\{L1, 0, -R1, 0, L1, 0, -R1, 0, -L1, 0, -R1, 0, L1, 0, R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1, 0, R1, 0, -L1, 0, R1, 0, L1, 0, R1, 0, -L1, 0, -R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1, 0, -R1, 1, L1, 0, -R1, 0, -L1, 0, -R1, -1, L1, 0, R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1, 0, R1, -1, -L1, 0, R1, 0, L1, 0, R1, 1, -L1, 0, -R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$;
 其中, $L1$ 表示为 $\{M, 1, -M\}$, $R1$ 表示为 $\{-M, 1, -M\}$, $-L1$ 表示为 $\{-M, -1, M\}$, $-R1$ 表示为
 15 $\{M, -1, M\}$ 。

6、根据权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于, 所述目标信道的带宽为 320MHz, 当所述短训练字段包括的周期长度为 $0.8\mu s$ 时, 所述短训练序列表示为:

$\{L3, 0, R3, 0, -L3, -1, R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L3, 0, -R3, 0, L3, 1, -R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 20 $\{L3, 0, R3, 0, -L3, 0, R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L3, 0, -R3, 0, L3, 0, -R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L3, 1, -R3, 0, -L3, 1, -R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L3, -1, R3, 0, L3, -1, R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L3, 1, -R3, 0, -L3, 0, -R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 25 $\{-L3, -1, R3, 0, L3, 0, R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L3, 1, R3, 0, -L3, -1, R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L3, -1, -R3, 0, L3, 1, -R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$;
 其中, $L3$ 表示为 $\{M, 1, -M, 0, -M, 1, -M\}$, $R3$ 表示为 $\{-M, -1, M, 0, -M, 1, -M\}$, $-L3$ 表示为
 $\{-M, -1, M, 0, M, -1, M\}$, $-R3$ 表示为 $\{M, 1, -M, 0, M, -1, M\}$ 。

30 7、根据权利要求 1 或 2 或 5 或 6 所述的方法, 其特征在于, 所述目标信道的带宽为 320MHz,

当所述短训练字段包括的周期长度为 $1.6\mu s$ 时, 所述短训练序列表示为:

$\{L2, 0, -R2, -1, L2, 0, -R2, 0, L2, 0, R2, -1, -L2, 0, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2, 0, R2, 1, -L2, 0, R2, 0, -L2, 0, -R2, 1, L2, 0, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 35 $\{L2, 0, -R2, 0, L2, 0, -R2, 0, L2, 0, R2, -1, -L2, 0, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2, 0, R2, 0, -L2, 0, R2, 0, -L2, 0, -R2, 1, L2, 0, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L2, 0, -R2, -1, L2, 0, -R2, 0, L2, 0, R2, 0, -L2, 0, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2, 0, R2, 1, -L2, 0, R2, 0, -L2, 0, -R2, 0, L2, 0, R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L2, 0, -R2, 1, L2, 0, -R2, 0, L2, 0, R2, -1, -L2, 0, -R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或

$\{-L2,0,R2,-1,-L2,0,R2,0,-L2,0,-R2,1,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或

$\{L2,0,-R2,0,L2,0,-R2,0,L2,0,R2,0,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或

$\{-L2,0,R2,0,-L2,0,R2,0,-L2,0,-R2,0,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$;

其中, L2 表示为 $\{M,-1,M,-1,-M,-1,M\}$, R2 表示为 $\{-M,1,M,1,-M,1,-M\}$, -L2 表示为
5 $\{-M,1,-M,1,M,1,-M\}$, -R2 表示为 $\{M,-1,-M,-1,M,-1,M\}$ 。

8、根据权利要求 1 或 2 或 5 或 6 所述的方法, 其特征在于, 所述目标信道的带宽为 320MHz,

当所述短训练字段包括的周期长度为 1.6 μ s 时, 所述短训练序列表示为:

10 $\{L4,1,R4,0,L4,-1,-R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L4,-1,-R4,0,-L4,1,R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L4,0,R4,0,L4,0,-R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L4,0,-R4,0,-L4,0,R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L4,0,R4,0,L4,-1,-R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L4,0,-R4,0,-L4,1,R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
15 $\{L4,0,-R4,0,L4,1,R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L4,0,R4,0,-L4,-1,-R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L4,1,R4,0,L4,0,-R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L4,-1,-R4,0,-L4,0,R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$;

其中, L4 表示为 $\{M,-1,M,-1,-M,-1,M,0,-M,1,M,1,-M,1,-M\}$, R4 表示为 $\{-M,1,-M,1,M,1,-M,0,-M,1,M,1,-M,1,-M\}$,
20 $-L4$ 表示为 $\{-M,1,-M,1,M,1,-M,0,M,-1,-M,-1,M,-1,M\}$, -R4 表示为 $\{M,-1,M,-1,-M,-1,M,0,M,-1,-M,-1,M,-1,M\}$ 。

9、一种发送短训练字段的装置, 其特征在于, 包括:

确定模块, 用于确定短训练序列;

25 发送模块, 用于在目标信道上发送短训练字段, 所述短训练字段是由所述短训练序列经过快速傅里叶逆变换 IFFT 得到的, 其中, 所述目标信道的带宽大于 160MHz。

10、根据权利要求 9 所述的装置, 其特征在于,

所述短训练序列是基于 M 序列变换得到的; 或

所述短训练序列是基于参考信道所对应的高效频域序列 HES 变换得到的, 其中, 所述参考信道的带宽小于或等于 160MHz。

30 11、根据权利要求 9 或 10 所述的装置, 其特征在于, 所述目标信道的带宽为 240MHz,

当所述短训练字段包括的周期长度为 0.8 μ s 时, 所述短训练序列表示为:

35 $\{L1,1,-R1,1,-L1,0,R1,0,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1,-1,R1,-1,L1,0,-R1,0,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1,1,-R1,-1,-L1,0,-R1,1,L1,1,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1,-1,R1,1,L1,0,R1,-1,-L1,-1,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1,1,-R1,1,-L1,0,R1,1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1,-1,R1,-1,L1,0,-R1,-1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L1,0,-R1,0,-L1,0,R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L1,0,R1,0,L1,0,-R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或

$$\{L1,1,-R1,0,-L1,0,R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

$$\{-L1,-1,R1,0,L1,0,-R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2};$$

其中, L1 表示为 $\{M,1,-M\}$, R1 表示为 $\{-M,1,-M\}$, -L1 表示为 $\{-M,-1,M\}$, -R1 表示为 $\{M,-1,M\}$ 。

- 5 12、根据权利要求 9 至 11 中任一项所述的装置, 其特征在于, 所述目标信道的带宽为 240MHz,

当所述短训练字段包括的周期长度为 $1.6\mu s$ 时, 所述短训练序列表示为:

$$\{L2,-1,-R2,-1,L2,0,R2,1,-L2,1,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

$$\{-L2,1,R2,1,-L2,0,-R2,-1,L2,-1,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

10 $\{L2,0,-R2,-1,L2,0,R2,1,-L2,1,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$

$$\{-L2,0,R2,1,-L2,0,-R2,-1,L2,-1,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

$$\{L2,-1,-R2,-1,L2,0,R2,1,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

$$\{-L2,1,R2,1,-L2,0,-R2,-1,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

$$\{L2,-1,-R2,-1,L2,0,R2,0,-L2,1,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

15 $\{-L2,1,R2,1,-L2,0,-R2,0,L2,-1,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$

$$\{L2,-1,-R2,0,L2,0,R2,1,-L2,1,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

$$\{-L2,1,R2,0,-L2,0,-R2,-1,L2,-1,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2};$$

其中, L2 表示为 $\{M,-1,M,-1,-M,-1,M\}$, R2 表示为 $\{-M,1,M,1,-M,1,-M\}$, -L2 表示为 $\{-M,1,-M,1,M,1,-M\}$, -R2 表示为 $\{M,-1,-M,-1,M,-1,M\}$ 。

- 20 13、根据权利要求 9 或 10 所述的装置, 其特征在于, 所述目标信道的带宽为 320MHz, 当所述短训练字段包括的周期长度为 $0.8\mu s$ 时, 所述短训练序列表示为:

$$\{L1,0,-R1,0,L1,0,R1,0,L1,0,-R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

$$\{-L1,0,R1,0,-L1,0,-R1,0,-L1,0,R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

$$\{L1,0,-R1,-1,L1,0,R1,0,L1,0,-R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

25 $\{-L1,0,R1,1,-L1,0,-R1,0,-L1,0,R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$

$$\{L1,0,-R1,0,-L1,0,R1,0,-L1,0,-R1,-1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

$$\{-L1,0,R1,0,L1,0,-R1,0,L1,0,R1,1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

$$\{L1,0,-R1,0,L1,0,-R1,0,-L1,0,-R1,0,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

$$\{-L1,0,R1,0,-L1,0,R1,0,L1,0,-R1,0,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

30 $\{L1,0,-R1,1,L1,0,-R1,0,-L1,0,-R1,-1,L1,0,R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$

$$\{-L1,0,R1,-1,-L1,0,R1,0,L1,0,R1,1,-L1,0,-R1\} \cdot (1+j)/\sqrt{2};$$

其中, L1 表示为 $\{M,1,-M\}$, R1 表示为 $\{-M,1,-M\}$, -L1 表示为 $\{-M,-1,M\}$, -R1 表示为 $\{M,-1,M\}$ 。

- 35 14、根据权利要求 9 或 10 所述的装置, 其特征在于, 所述目标信道的带宽为 320MHz, 当所述短训练字段包括的周期长度为 $0.8\mu s$ 时, 所述短训练序列表示为:

$$\{L3,0,R3,0,-L3,-1,R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

$$\{-L3,0,-R3,0,L3,1,-R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

$$\{L3,0,R3,0,-L3,0,R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

$$\{-L3,0,-R3,0,L3,0,-R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}; \text{ 或}$$

- 5 $\{L3,1,-R3,0,-L3,1,-R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L3,-1,R3,0,L3,-1,R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L3,1,-R3,0,-L3,0,-R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L3,-1,R3,0,L3,0,R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L3,1,R3,0,-L3,-1,R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L3,-1,-R3,0,L3,1,-R3\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$;

其中, L3 表示为 $\{M,1,-M,0,-M,1,-M\}$, R3 表示为 $\{-M,-1,M,0,-M,1,-M\}$, -L3 表示为 $\{-M,-1,M,0,M,-1,M\}$, -R3 表示为 $\{M,1,-M,0,M,-1,M\}$ 。

- 10 15、根据权利要求 9 或 10 或 13 或 14 所述的装置, 其特征在于, 所述目标信道的带宽为 320MHz,

当所述短训练字段包括的周期长度为 $1.6\mu s$ 时, 所述短训练序列表示为:

- $\{L2,0,-R2,-1,L2,0,-R2,0,L2,0,R2,-1,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2,0,R2,1,-L2,0,R2,0,-L2,0,-R2,1,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L2,0,-R2,0,L2,0,-R2,0,L2,0,R2,-1,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
15 $\{-L2,0,R2,0,-L2,0,R2,0,-L2,0,-R2,1,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L2,0,-R2,-1,L2,0,-R2,0,L2,0,R2,0,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2,0,R2,1,-L2,0,R2,0,-L2,0,-R2,0,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L2,0,-R2,1,L2,0,-R2,0,L2,0,R2,-1,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2,0,R2,-1,-L2,0,R2,0,-L2,0,-R2,1,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
20 $\{L2,0,-R2,0,L2,0,-R2,0,L2,0,R2,0,-L2,0,-R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L2,0,R2,0,-L2,0,R2,0,-L2,0,-R2,0,L2,0,R2\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$;

其中, L2 表示为 $\{M,-1,M,-1,-M,-1,M\}$, R2 表示为 $\{-M,1,M,1,-M,1,-M\}$, -L2 表示为 $\{-M,1,-M,1,M,1,-M\}$, -R2 表示为 $\{M,-1,-M,-1,M,-1,M\}$ 。

- 25 16、根据权利要求 9 或 10 或 13 或 14 所述的装置, 其特征在于, 所述目标信道的带宽为 320MHz,

当所述短训练字段包括的周期长度为 $1.6\mu s$ 时, 所述短训练序列表示为:

- $\{L4,1,R4,0,L4,-1,-R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L4,-1,-R4,0,-L4,1,R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L4,0,R4,0,L4,0,-R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
30 $\{-L4,0,-R4,0,-L4,0,R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L4,0,R4,0,L4,-1,-R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L4,0,-R4,0,-L4,1,R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{L4,0,-R4,0,L4,1,R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L4,0,R4,0,-L4,-1,-R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
35 $\{L4,1,R4,0,L4,0,-R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$; 或
 $\{-L4,-1,-R4,0,-L4,0,R4\} \cdot (1+j)/\sqrt{2}$;

其中, L4 表示为 $\{M,-1,M,-1,-M,-1,M,0,-M,1,M,1,-M,1,-M\}$, R4 表示为 $\{-M,1,-M,1,M,1,-M,0,-M,1,M,1,-M,1,-M\}$, -L4 表示为 $\{-M,1,-M,1,M,1,-M,0,M,-1,-M,-1,M,-1,M\}$, -R4 表示为 $\{M,-1,M,-1,-M,-1,M,0,M,-1,-M,-1,M,-1,M\}$ 。

- 17、一种发送短训练字段的装置，其特征在于，所述装置包括：
处理器，用于确定短训练序列；
收发器，用于在目标信道上发送短训练字段，所述短训练字段是由所述短训练序列经过快速傅里叶逆变换 IFFT 得到的，其中，所述目标信道的带宽大于 160MHz。
- 5 18、一种发射短训练字段的装置，其特征在于，所述装置包括：处理器和存储器，所述存储器用于存储指令，所述处理器用于执行所述指令以实现权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法。
- 19、一种计算机可读存储介质，包括至少一段代码，当所述代码在计算机上被运行，以控制所述计算机执行所述指令以实现权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法。
- 10 20、一种芯片，包括处理电路、输入电路和输出电路，所述芯片用于使得安装所述芯片的装置实现权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法。
- 21、一种装置用于实现权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法。