

数据发送、接收方法及装置、数据传输系统和存储介质

本申请要求在2019年03月20日提交中国专利局、申请号为201910214524.3的中国专利申请的优先权，该申请的全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及无线网络，例如涉及一种数据发送、接收方法及装置、数据传输系统和存储介质。

背景技术

单载波频分多址（Single-carrier Frequency-Division Multiple Access，SC-FDMA）是上行链路的主流多址技术，相比于传统的正交频分复用（Orthogonal Frequency Division Multiplexing，OFDM）技术，SC-FDMA在发射端的处理过程中增加了一次离散傅里叶变换（Discrete Fourier Transform，DFT）。由于增加了DFT，使得发射端的峰值/平均功率比（简称峰均比）较低，从而提高移动终端的发射效率，增加覆盖范围或延长电池使用时间，降低终端成本。

但是由于SC-FDMA相比传统的OFDM在发射端多进行了一次DFT，导致变换后的调制符号在复平面上没有规则的星座图，接收端无法从调制符号中解析出足够的信息实现信号的接收，这导致SC-FDMA技术难以应用到仅依赖数据符号进行信道估计，而不依赖参考信号或导频信号进行信道估计的通信系统中。

发明内容

本申请提供数据发送、接收方法及装置、数据传输系统和存储介质，可以在仅依赖数据符号进行信道估计的基础上，提高功率发射效率，增加覆盖范围，减少功耗，降低成本。

本申请实施例提供一种数据发送方法，包括：

获取第一数据流，第一数据流中包括多个编码后的数据符号；

对第一数据流进行N维正交变换，得到正交变换后的第一数据流，其中， $N \geq 2$ ；

对正交变换后的第一数据流进行调制处理后，得到第一射频信号；

发送第一射频信号。

本申请实施例提供一种数据接收方法，包括：

接收第一射频信号，第一射频信号中包含的多个数据符号经过 N 维正交变换处理，其中， $N \geq 2$ ；

对第一射频信号进行解调处理，得到解调后的第一数据流；

对解调后的第一数据流进行 N 维逆正交变换，得到逆正交变换后的第一数据流；

对逆正交变换后的第一数据流进行检测后得到第一数据流。

本申请实施例提供一种数据发送装置，包括：

数据获取模块，设置为获取第一数据流，第一数据流中包括多个编码后的数据符号；

正交变换模块，设置为对第一数据流进行 N 维正交变换，得到正交变换后的第一数据流，其中， $N \geq 2$ ；

信号调制模块，设置为对正交变换后的第一数据流进行调制处理后，得到第一射频信号；

信号发送模块，设置为发送第一射频信号。

本申请实施例提供一种数据接收装置，包括：

信号接收模块，设置为接收第一射频信号，第一射频信号中包含的多个数据符号经过 N 维正交变换处理，其中， $N \geq 2$ ；

信号解调模块，设置为对第一射频信号进行解调处理，得到解调后的第一数据流；

正交逆变换模块，设置为对解调后的第一数据流进行 N 维逆正交变换，得到逆正交变换后的第一数据流；

数据获取模块，设置为对逆正交变换后的第一数据流进行检测后得到第一数据流。

本申请实施例提供一种数据传输系统，数据传输系统包括数据发送端和数据接收端；

数据发送端包括本申请实施例中的任意一种数据发送装置；

数据接收端包括本申请实施例中的任意一种数据接收装置。

本申请实施例提供了一种存储介质，存储介质存储有计算机程序，计算机

程序被处理器执行时实现本申请实施例中的任意一种数据发送方法。

本申请实施例提供了一种存储介质，存储介质存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现本申请实施例中的任意一种数据接收方法。

附图说明

图 1 为一实施例提供的采用 SC-FDMA 技术的无线通信系统的信号处理流程图；

图 2A 为一实施例提供的 OFDM 系统中幅相调制的符号星座图；

图 2B 为一实施例提供的基于 DFT 的 OFDM 系统（即 SC-FDMA 系统）中经过 DFT 处理后的符号星座图；

图 2C 为一实施例提供的基于正交变换的 OFDM 系统中的符号星座图；

图 3 为一实施例提供的一种数据发送方法的流程图；

图 4 为一实施例提供的 N 维正交扩展的复平面示意图；

图 5 为一实施例提供的另一种数据发送方法的流程图；

图 6 为一实施例提供的序列扩展的示意图；

图 7 为一实施例提供的另一种数据发送方法的流程图；

图 8 为一实施例提供的一种数据接收方法的流程图；

图 9 为一实施例提供的另一种数据接收方法的流程图；

图 10 为一实施例提供的另一种数据接收方法的流程图；

图 11 为一实施例提供的一种基于 N 维正交变换的无线通信系统的信号处理流程图；

图 12 为一实施例提供的另一种基于 N 维正交变换的无线通信系统的信号处理流程图；

图 13 为一实施例提供的另一种基于 N 维正交变换的无线通信系统的信号处理流程图；

图 14 为一实施例提供的一种数据发送装置的结构示意图；

图 15 为一实施例提供的一种数据接收装置的结构示意图；

图 16 为一实施例提供的一种终端的结构示意图；

图 17 为一实施例提供的另一种终端的结构示意图。

具体实施方式

下文中将结合附图对本申请的实施例进行详细说明。

SC-FDMA 是基于 OFDM 的一种用于上行链路的一种多址技术，与传统的 OFDM 系统相比，SC-FDMA 在发射端增加了一次 DFT，使发射信号带有单载波特性，从而可以降低发射功率的峰均比，提高发射效率。如图 1 所示，图 1 为一实施例提供的采用 SC-FDMA 技术的无线通信系统的信号处理流程图。在图 1 中，发射端待发送的数据流是串行传输的，在经过串并转换后，首先进行 DFT 处理，然后依次进行子载波映射、M 维离散傅里叶逆变换（Inverse Discrete Fourier Transform, IDFT）处理、并串转换后，再次变为串行数据流，接着添加循环前缀，随后进入射频单元，进行数模转换（Digital to Analog Converter, DAC）和上变频处理，得到可通过天线发射的射频信号，并通过对应的信道发出。接收端通过天线在相应的信道接收到射频信号后，首先进行下变频处理和模数转换（Analog to Digital Converter, ADC），得到串行的数据流后，首先进行去循环前缀处理，然后进行串并转换处理，接着进行 M 维的 DFT、子载波去映射和均衡处理，然后与发射端相对应的，还需要再次进行 IDFT 处理，才能将并行数据流再次转换为串行数据流，最终通过后续检测过程得到发射端发送的数据。

但是由于发射端在频域上承载的传输符号是经过数字幅相调制的符号，例如多进制数字相位调制（Multiple Phase Shift Keying, MPSK）符号或多进制正交幅度调制（Multiple Quadrature Amplitude Modulation, MQAM）符号。原本经过数字幅相调制的符号在复平面上会形成一个规则的星座图，接收端可以从规则的星座图中提取发射信号的相关特征而进行信道估计。而基于 DFT 扩展的 SC-FDMA，由于调制符号多经历了一次 DFT 和 IDFT，会导致多径、时间偏移和频率偏移在时域上对符号造成的干扰为复杂的卷积，而在频域上承载的传输符号也会失去星座图的几何特征，导致接收端难以从星座图中提取有用的信息，无法使用星座图进行信道估计，从而无法正确识别出调制符号。如图 2A 和图 2B 所示，图 2A 为一实施例提供的 OFDM 系统中幅相调制的符号星座图，图 2B 为一实施例提供的基于 DFT 的 OFDM 系统（即 SC-FDMA 系统）中经过 DFT 处理后的符号星座图，从图 2B 中已经无法获取信道相关的信息。

上述问题导致 SC-FDMA 难以应用于不依赖参考信号或导频信号进行信道估计的通信系统中。

图 3 为一实施例提供的一种数据发送方法的流程图，如图 3 所示，本实施例提供的方法包括如下步骤。

步骤 S3010，获取第一数据流，第一数据流中包括多个编码后的数据符号。

本实施例提供的数据发送方法应用于无线通信系统中的数据发送端，其中，该数据发送端可以为用户侧的终端设备，也可以为网络侧的基站或接入点。当发送端需要进行数据发送时，首先需要将待发送的数据按照相应的无线通信制式进行编码处理，编码后的数据将呈现为一个串行的数据流，称为第一数据流。第一数据流中包括串行的多个编码后的数据符号。

步骤 S3020，对第一数据流进行 N 维正交变换，得到正交变换后的第一数据流，其中， $N \geq 2$ 。

SC-FDMA 技术在数据发送端对数据流进行调制处理之前，首先进行了 DFT 处理，由于 DFT 变换矩阵是一种酉矩阵，而当 DFT 的维数大于 2 时，DFT 变换矩阵是复数酉矩阵，因此在应用 SC-FDMA 的 OFDM 系统中，经过 DFT 后的数据符号特征检测的复杂度变高，无法在接收端通过调制后的数据符号获取信道的相关信息。

而在本实施例中，对第一数据流进行 N 维正交变换，其中 $N \geq 2$ ，正交变换所使用的正交矩阵可以等价地看成实数酉矩阵，因此对第一数据流进行 N 维正交变换，相比于 DFT，可以用实数运算替代复数运算。实数变换对星座图几何特征的影响要弱于复数变换，因此变换后的数据符号能够保留更多的信息，包括星座图中的符号信息和信道相关信息，使得接收端可以从调制后的数据符号中获取用于进行信道估计的相关信息。另外， N 维正交变换相比于 DFT，用实数运算替代复数运算，硬件上的实现更加简单，还可以降低设计难度和成本。

通过 N 维正交变换后，由于正交变换在信道信息接近的符号的星座图上携带了相近的几何信息，OFDM 系统中传输的数据符号可以被接收端用于进行时间偏移、频率偏移、多径信道的估计，从而能够准确地进行信道均衡。OFDM 系统中传输的符号还可以包括一些参考信号或导频信号，这些参考信号或导频信号不直接用来进行信道估计，而是起辅助作用，例如协助基于信道估计消除相位模糊。另外，在时频偏和多径的影响较小的情况下，正交变换相对于 DFT 更能保留 OFDM 系统中调制符号的星座图。如图 2C 所示，图 2C 为一实施例提供的基于正交变换的 OFDM 系统中的符号星座图，与图 2B 相比，图 2C 保留了星座图的形状，即与基于 DFT 的 OFDM 系统相比，基于正交变换的 OFDM 系统能够更好地抵抗时频偏和多径干扰。再如图 4 所示，图 4 为一实施例提供的 N 维正交扩展的复平面示意图，图 4 中左侧的数据符号集中在二进制相移键控（Binary Phase Shift Keying, BPSK）星座的坐标上，经过 N 维正交变换后，数据符号分布在 BPSK 星座的连线所在的直线上，如图 4 中间所示，在发送端对数据符号进行调制处理后发送出去之后，由于时间偏移、频率偏移和多径的影响，数据符号将如图 4 右侧所示。接收端根据图 4 右侧所示数据符号在复平面

上的变化将能够获取发送端与接收端之间的时间偏移、频率偏移、多径等参数,从而进行信道估计。再有,正交变换时使用的正交矩阵可以选择为实数类型的傅里叶相关变换,在发送端进行了这种类型的 N 维正交变换后,发射信号的功率峰均比同样可以得到降低,仍然拥有 SC-FDMA 所具有的优势。当正交变换矩阵为一些特定的正交阵时,例如一些特定的傅里叶相关变换阵时,基于 N 维正交变换的 SC-FDMA 发射信号的峰均比可以比基于 DFT 的 SC-FDMA 还要低。

当正交矩阵的维度足够大或发生符号块时间足够长时,正交矩阵扩展后符号的平均能量也趋于稳定,因此也可以用来进行多径信道的估计。本实施例中, N 维正交变换所使用的正交矩阵的定义为所有满足 $Q^T Q = Q Q^T = I$ 的矩阵 Q,正交矩阵包括但不限于:哈达玛(Hadamard)变换矩阵,离散哈特莱(Hartley)变换矩阵,离散余弦变换(Discrete Cosine Transform, DCT)矩阵。

离散余弦变换包括多种类型。其中,类型二的 DCT(简称 DCT-II),具有很好的能量压缩特性,DCT-II 可以通过下式来表示:

$$X_k^{\text{DCT}} = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{M}} \sum_{n=0}^{N-1} x_n, k=0 \\ \sqrt{\frac{2}{M}} \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cos\left(\frac{\pi}{2N}(2n-1)k\right), k=1, \dots, N-1 \end{cases}$$

N 维正交变换的目的是将 x_n ($n=0 \sim N-1$) 变成 X_k^{DCT} ($k=0 \sim N-1$),上式中是 x_n 到 X_k^{DCT} 的变换公式。

DCT 能够降低峰均比,且降低峰均比的效果优于 DFT,因此基于 DCT 的 OFDM 系统的性能一般地基于 N 维正交变换的 OFDM 系统。

离散 Hartley 变换(简称 DHT)和 DFT 类似,通常用来将实数的时域信号变化为实数的频域信号。DHT 可以通过将 DFT 中元素的实部和虚部相加进行产生,如下所示:

$$X_k^{\text{DHT}} = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{n=0}^{N-1} x_n \left(\cos \frac{2\pi nk}{N} + \sin \frac{2\pi nk}{N} \right), k=0, \dots, N-1$$

DHT 能够降低 OFDM 通信系统的峰均比,且在某些场景下降低峰均比的效果比 DFT 要好。

沃尔什-哈达玛(Welch Hadamard)变换(或称 Hadamard 变换,简称 WHT)矩阵中的元素只包含+1/-1,因此进行 Hadamard 变换所需要的复杂度较低。Hadamard 矩阵的阶数 N 需要满足: N 或 N/12 或 N/20 是 2 的非负整数次幂。其中, N 为 2 的非负整数次幂的 Hadamard 矩阵可以通过如下迭代的方式进行生成:

$$T_N^{\text{WHT}} = \begin{cases} 1, M=1 \\ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} H_{N/2} & H_{N/2} \\ H_{N/2} & -H_{N/2} \end{bmatrix}, N=2^i, i>0 \end{cases}$$

有了变换矩阵,就可以进行 WHT 变换,得到 $X = T_N^{\text{WHT}} \cdot x$ 。其中 $X = [X_0, X_1, \dots, X_{N-1}]^T$, $x = [x_0, x_1, \dots, x_{N-1}]^T$ 。

WHT 能够降低 OFDM 通信系统的峰均比,且在某些场景下降低峰均比的效果比 DFT 要好。

步骤 S3030, 对正交变换后的第一数据流进行调制处理后, 得到第一射频信号。

在对第一数据流进行正交变换后, 即可按照 OFDM 系统的后续处理流程对正交变换后的第一数据流进行调制处理, 得到第一射频信号。对正交变换后的第一数据流进行调制处理的过程与图 1 类似, 区别仅在于在发送端将 DFT 变为 N 维正交变换。

对正交变换后的第一数据流进行调制处理的处理流程与相关技术的 OFDM 系统或基于 SC-FDMA 的 OFDM 系统中的处理过程相同。包括依次对正交变换后的第一数据流进行子载波映射、M 维 IDFT、加循环前缀处理, 得到第二数据流, 其中, $M \geq 2$, 对第二数据流进行数模转换和上变频处理, 得到第一射频信号。

而由于第一数据流为串行传输的数据流, 在进行 N 维正交变换、子载波映射以及 M 维 IDFT 之前, 需要将串行数据转换为并行数据, 并在处理完成后再次将并行数据转换为串行数据进行后续处理。在一实施例中, 首先将串行的第一数据流转换为并行的第一数据流, 然后对并行的第一数据流进行 N 维正交变换, 得到并行的正交变换后的第一数据流, 接着依次对并行的正交变换后的第一数据流进行子载波映射和 M 维 IDFT, 得到并行的第三数据流, 将并行的第三数据流转换为串行的第三数据流, 对串行的第三数据流进行加循环前缀处理, 得到第二数据流。

例如, 设发射的第一数据流中的数据符号为 $s_{n,1}$, 则经过串转并和 N 维正交变换后的信号为:

$$S_k = \sum_{n=1}^{N-1} u_{k,n} s_n, n = 0, \dots, N-1$$

其中 $u_{k,n}$ 是正交矩阵 U 第 k 行第 n 列的元素。 S_k 在子载波映射后变为 S_k^{map} , 再经过 M 维 IDFT 的信号为:

$$X_m = \sum_{k=1}^{M-1} S_k^{\text{map}} e^{j \frac{2\pi mk}{M}}, m = 1, \dots, M-1$$

假设循环前缀的长度为 L ，则经过并转串和加循环前缀后，信号为：

$$X = [X_{M-L}, X_{M-L+1}, \dots, X_{M-1}, X_1, X_2, \dots, X_{M-1}]$$

最终，该信号通过 DAC 和上变频后发射出去。

步骤 S3040，发送第一射频信号。

完成了对数据流的调制处理后，得到的是发送端所使用的无线通信频段的射频信号，称为第一射频信号，发送端将第一射频信号发出后，即完成了数据的传输过程，当接收到第一射频信号的接收端接收到第一射频信号后，在对第一射频信号进行解调和解码处理的情况下，由于第一射频信号采用了 N 维正交变换处理，接收端可以从解调后的数据符号中获取相关信息用于进行信道估计，从而无需使用参考信号或导频信号即可实现信道估计，完成数据的接收。

由于在无线通信系统中，处于用户侧的终端设备发射功率较低，对电池续航时间和成本较为敏感，因此本申请实施例提供的数据发送方法，一般应用于 OFDM 系统中的终端设备中，从而可以在仅依赖数据符号进行信道估计的基础上，提高移动终端的功率发射效率，增加覆盖范围或者延长电池的使用时间，降低终端成本。但本申请实施例提供的数据发送方法不限于此，当应用于网络侧的基站或接入点中时，仍然可以在仅依赖数据符号进行信道估计的基础上，提高基站或接入点的功率发射效率，增加覆盖范围、减少功耗，并降低成本。

本实施例提供的数据发送方法，获取包括编码后的数据符号的第一数据流；对第一数据流进行 N 维正交变换，对正交变换后的第一数据流进行调制处理后，得到第一射频信号后，发送第一射频信号，由于 N 维正交变换后的数据符号能够保留更多的信息，使得接收端可以从调制后的数据符号中获取用于进行信道估计的相关信息，从而可以在仅依赖数据符号进行信道估计的基础上，提高功率发射效率，增加覆盖范围，较少功耗，降低成本。

图 5 为一实施例提供的另一种数据发送方法的流程图，如图 5 所示，本实施例提供的方法包括如下步骤。

步骤 S5010，获取第一数据流，第一数据流中包括多个编码后的数据符号。

步骤 S5020，将第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号，得到序列扩展后的第一数据流。

本实施例提供的数据发送方法在图 3 所示实施例的基础上，进一步地结合

了序列扩展技术。在获取第一数据流后，在对第一数据流进行 N 维正交变换之前，可以先对第一数据流中的数据符号进行序列扩展处理。在一实施例中，将第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号，得到序列扩展后的第一数据流。序列扩展后可以实现在相同的时频资源上传输不同用户的信号。

序列扩展可以是简单地通过扩展码乘上数据符号，将 1 位数据映射为多位。如图 6 所示，图 6 为一实施例提供的序列扩展的示意图，左侧为扩展前的数据流 S ，通过 k 位长的扩展序列 C ，将一位 OFDM 符号扩展为 k 位 OFDM 符号，扩展后的序列如右侧所示。

对第一数据流所使用的扩展序列可以是预设扩展序列组中的任一扩展序列，使用任一扩展序列将第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号，得到序列扩展后的第一数据流。这样接收端可以使用预设扩展序列组中的多个扩展序列中的每个扩展序列依次对接收到的信号进行解扩处理，那么不同用户数据可以采用预设扩展序列组中的不同扩展序列，从而避免相互干扰。接收端进行解扩处理所使用的扩展序列可以与发送端所使用的扩展序列不同，解扩时选择的最优扩展序列是与发送端扩展时所使用的扩展序列相关性好且与其它用户使用的扩展序列相关性差的扩展序列，通过这条扩展序列可以解出用户的数据。而在接收端做连续干扰消除（Successive interference cancellation, SIC）的情况下，需要根据解出的用户数据重新解出发送端发送数据时采用的扩展序列。

步骤 S5030，对序列扩展后的第一数据流进行 N 维正交变换，得到扩展的正交变换后的第一数据流，其中， $N \geq 2$ 。

对扩展后的第一数据流进行 N 维正交变换的方法与图 1 中步骤 S1020 类似。在进行了序列扩展后，利用正交矩阵扩展后符号保留的角度和能量信息，接收端可以对时频资源上的每个或每组符号的信道信息进行单独估计，并利用不同符号上的信道信息差异估计出时间、频率偏移和不同子载波的信道信息。

步骤 S5040，对正交变换后的第一数据流进行调制处理后，得到第一射频信号。

步骤 S5050，发送第一射频信号。

图 7 为一实施例提供的另一种数据发送方法的流程图，如图 7 所示，本实施例提供的方法包括如下步骤。

步骤 S7010，获取第一数据流，第一数据流中包括多个编码后的数据符号。

步骤 S7020，对第一数据流进行 N 维正交变换，得到正交变换后的第一数据流，其中， $N \geq 2$ 。

步骤 S7030, 将正交变换后的第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号, 得到扩展的正交变换后的第一数据流。

图 7 所示实施例与图 5 所示实施例的区别在于, 图 5 中首先将第一数据流进行序列扩展后再进行 N 维正交变换, 而图 7 中对第一数据流首先进行 N 维正交变换后再进行序列扩展。图 5 和图 7 所能实现的效果类似, 可以根据实际需求所使用。

步骤 S7040, 对正交变换后的第一数据流进行调制处理后, 得到第一射频信号。

步骤 S7050, 发送第一射频信号。

图 8 为一实施例提供的一种数据接收方法的流程图, 如图 8 所示, 本实施例提供的方法包括如下步骤。

步骤 S8010, 接收第一射频信号, 第一射频信号中包含的多个数据符号经过 N 维正交变换处理, 其中, $N \geq 2$ 。

本实施例提供的数据接收方法应用于无线通信系统中的数据接收端, 其中, 该数据接收端可以为用户侧的终端设备, 也可以为网络侧的基站或接入点。当接收端接收到射频信号后, 需要对接收到的射频信号进行解调和解码处理, 然后才能获取所需数据。在基于 SC-FDMA 的 OFDM 系统中, 由于发送端对数据符号进行了 DFT 处理, 导致接收端无法从数据符号中获取足够的信息完成信道估计, 因此, 在本实施例中, 接收端接收到的第一射频信号中, 包含的数据符号经过 N 维正交变换处理, 其中, $N \geq 2$ 。由于 N 维正交变换后的数据符号能够保留更多的信息, 包括星座图中的信息和其他相关信息, 因此使得接收端可以从调制后的数据符号中获取用于进行信道估计的相关信息。

步骤 S8020, 对第一射频信号进行解调处理, 得到解调后的第一数据流。

对第一射频信号进行解调的过程包括下变频、模数转换, 以及其他一系列处理, 最终得到解调后的第一数据流。

步骤 S8030, 对解调后的第一数据流进行 N 维逆正交变换, 得到逆正交变换后的第一数据流。

对解调后的第一数据流进行 N 维逆正交变换的过程为图 1-图 7 所示实施例中的 N 为正交变换过程的逆过程, 本领域技术人员均可以通过图 1-图 7 所示实施例中的 N 维正交变换过程获知 N 维逆正交变换的处理过程。

对第一射频信号进行处理的过程可以包括: 对第一射频信号进行解调的过程包括下变频、模数转换, 然后依次对解调后的第一数据流进行去循环前缀、M

维离散傅里叶变换、子载波去映射和均衡处理,得到第四数据流,其中, $M \geq 2$ 。对第四数据流进行 N 维逆正交变换,得到逆正交变换后的第一数据流。与图 3 所示实施例类似,在接收端中也包括串行数据流和并行数据流的转换过程,包括对解调后的第一数据流进行去循环前缀处理,得到串行的第五数据流;将串行的第五数据流转换为并行的第五数据流,并对并行的第五数据流依次进行 M 维离散傅里叶变换和子载波去映射和均衡处理,得到并行的第四数据流。对并行的第四数据流进行 N 维逆正交变换,得到并行的逆正交变换后的第一数据流;将并行的逆正交变换后的第一数据流转换为串行的逆正交变换后的第一数据流。

步骤 S8040,对逆正交变换后的第一数据流进行检测后得到第一数据流。

在得到逆正交变换后的第一数据流后,再次按照相应的无线通信制式进行所需检测过程,然后进行解码处理,即可得到发送端向接收端发送的实际数据,实现了无线通信系统的数据传输过程。

本实施例提供的数据接收方法,接收数据符号经过 N 维正交变换处理的第一射频信号,对第一射频信号进行解调处理,对解调后的第一数据流进行 N 维逆正交变换,得到逆正交变换后的第一数据流后,对逆正交变换后的第一数据流进行检测后得到第一数据流,由于 N 维正交变换后的数据符号能够保留更多的信息,使得接收端可以从调制后的数据符号中获取用于进行信道估计的相关信息,从而可以在仅依赖数据符号进行信道估计的基础上,提高功率发射效率,增加覆盖范围,较少功耗,降低成本。

图 9 为一实施例提供的另一种数据接收方法的流程图,如图 9 所示,本实施例提供的方法包括如下步骤。

步骤 S9010,接收第一射频信号,第一射频信号中包含的多个数据符号经过 N 维正交变换处理,其中, $N \geq 2$ 。

步骤 S9020,对第一射频信号进行解调处理,得到解调后的第一数据流。

步骤 S9030,将解调后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号,得到序列解扩后的第一数据流。

步骤 S9040,对序列解扩后的第一数据流进行 N 维逆正交变换,得到解扩的逆正交变换后的第一数据流。

步骤 S9050,对逆正交变换后的第一数据流进行检测后得到第一数据流。

图 10 为一实施例提供的另一种数据接收方法的流程图,如图 10 所示,本实施例提供的方法包括如下步骤。

步骤 S10010, 接收第一射频信号, 第一射频信号中包含的多个数据符号经过 N 维正交变换处理, 其中, $N \geq 2$ 。

步骤 S10020, 对第一射频信号进行解调处理, 得到解调后的第一数据流。

步骤 S10030, 对解调后的第一数据流进行 N 维逆正交变换, 得到逆正交变换后的第一数据流。

步骤 S10040, 将逆正交变换后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号, 得到解扩的逆正交变换后的第一数据流。

步骤 S10050, 对逆正交变换后的第一数据流进行检测后得到第一数据流。

图 9 所示实施例为图 5 所示实施例所对应的接收端的处理过程, 图 10 所示实施例为图 7 所示实施例所对应的接收端的处理过程, 图 9 和图 10 所示实施例与图 8 的区别仅在于增加了序列解扩, 图 9 和图 10 所示实施例的区别在于, 图 9 中首先将解调后的第一数据流进行序列解扩后再进行 N 维逆正交变换, 而图 10 中对解调后的第一数据流首先进行 N 维逆正交变换后再进行序列解扩。图 9 和图 10 所能实现的效果类似, 可以根据实际需求所使用。

在一实施例中, 图 9 所示实施例中, 步骤 S9030 包括: 使用预设扩展序列组中的每一扩展序列依次将解调后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号, 直至得到序列解扩后的第一数据流, 并确定所使用的扩展序列。

在一实施例中, 图 10 所示实施例中, 步骤 S10040 包括: 使用预设扩展序列组中的每一扩展序列依次将逆正交变换后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号, 得到解扩的逆正交变换后的第一数据流, 并确定所使用的扩展序列。

图 8 至图 10 所示实施例中, N 维正交变换包括: N 维离散余弦变换、 N 维离散 Hartley 变换、 N 维 Welch Hadamard 变换中任一种。

图 11 为一实施例提供的一种基于 N 维正交变换的无线通信系统的信号处理流程图。与图 1 所示的采用 SC-FDMA 技术的无线通信系统的信号处理流程图相比, 区别在于将发送端的 DFT 替换为 N 维正交变换, 并将接收端的 IDFT 替换为 N 维逆正交变换。其中, N 维逆正交变换是对应 N 维正交变换的逆变换。

图 12 为一实施例提供的另一种基于 N 维正交变换的无线通信系统的信号处理流程图。图 12 在图 11 的基础上, 在发送端进行 N 维正交变换之前进行了序列扩展, 并在接收端进行 N 维逆正交变换后进行了序列解扩。

图 13 为一实施例提供的另一种基于 N 维正交变换的无线通信系统的信号处

理流程图。图 13 在图 11 的基础上，在发送端进行 N 维正交变换之后进行了序列扩展，并在接收端进行 N 维逆正交变换之前进行了序列解扩。

图 14 为一实施例提供的一种数据发送装置的结构示意图，如图 14 所示，本实施例提供的数据发送装置包括：数据获取模块 141，设置为获取第一数据流，第一数据流中包括多个编码后的数据符号；正交变换模块 142，设置为对第一数据流进行 N 维正交变换，得到正交变换后的第一数据流，其中， $N \geq 2$ ；信号调制模块 143，设置为对正交变换后的第一数据流进行调制处理后，得到第一射频信号；信号发送模块 144，设置为发送第一射频信号。

本实施例提供的数据发送装置用于实现图 1 所示实施例的数据发送方法，本实施例提供的数据发送装置实现原理和技术效果类似，此处不再赘述。

在一实施例中，在图 14 所示实施例中，正交变换模块 142，是设置为通过如下方式将第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号，得到序列扩展后的第一数据流：将第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号，得到序列扩展后的第一数据流，对序列扩展后的第一数据流进行 N 维正交变换，得到扩展的正交变换后的第一数据流；正交变换模块 142，是设置为通过如下方式将正交变换后的第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号，得到扩展的正交变换后的第一数据流：对第一数据流进行 N 维正交变换，得到正交变换后的第一数据流，将正交变换后的第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号，得到扩展的正交变换后的第一数据流。

在一实施例中，在图 14 所示实施例中，正交变换模块 142，是设置为使用预设扩展序列组中的任一扩展序列将第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号，得到序列扩展后的第一数据流；或者使用预设扩展序列组中的任一扩展序列将正交变换后的第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号，得到扩展的正交变换后的第一数据流。

在一实施例中，在图 14 所示实施例中，信号调制模块 143，是设置为依次对正交变换后的第一数据流进行子载波映射、M 维离散傅里叶逆变换、加循环前缀处理，得到第二数据流，其中， $M \geq 2$ ；对第二数据流进行数模转换和上变频处理，得到第一射频信号。

在一实施例中，在图 14 所示实施例中，数据发送装置还包括：串并转换模块，设置为将串行的第一数据流转换为并行的第一数据流。

在一实施例中，在图 14 所示实施例中，正交变换模块 142，是设置为对并行的第一数据流进行 N 维正交变换，得到并行的正交变换后的第一数据流；信号调制模块 143，是设置为通过如下方式依次对正交变换后的第一数据流进行子

载波映射、M 维离散傅里叶逆变换、加循环前缀处理，得到第二数据流；依次对并行的正交变换后的第一数据流进行子载波映射和 M 维离散傅里叶逆变换，得到并行的第三数据流；将并行的第三数据流转换为串行的第三数据流；对串行的第三数据流进行加循环前缀处理，得到第二数据流。

在一实施例中，在图 14 所示实施例中，N 维正交变换包括：N 维离散余弦变换、N 维离散 Hartley 变换、N 维 Welch Hadamard 变换中任一种。

图 15 为一实施例提供的一种数据接收装置的结构示意图，如图 15 所示，本实施例提供的数据接收装置包括：信号接收模块 151，设置为接收第一射频信号，第一射频信号中包含的多个数据符号经过 N 维正交变换处理，其中， $N \geq 2$ ；信号解调模块 152，设置为对第一射频信号进行解调处理，得到解调后的第一数据流；正交逆变换模块 153，设置为对解调后的第一数据流进行 N 维逆正交变换，得到逆正交变换后的第一数据流；数据获取模块 154，设置为对逆正交变换后的第一数据流进行检测后得到第一数据流。

本实施例提供的数据接收装置用于实现图 8 所示实施例的数据接收方法，本实施例提供的数据接收装置实现原理和技术效果类似，此处不再赘述。

在一实施例中，在图 15 所示实施例中，正交逆变换模块 153，是设置为将解调后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号，得到序列解扩后的第一数据流，对序列解扩后的第一数据流进行 N 维逆正交变换，得到解扩的逆正交变换后的第一数据流；或者对解调后的第一数据流进行 N 维逆正交变换，得到逆正交变换后的第一数据流，将逆正交变换后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号，得到解扩的逆正交变换后的第一数据流。

在一实施例中，在图 15 所示实施例中，正交逆变换模块 153，是设置为通过如下方式将解调后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号，得到序列解扩后的第一数据流：使用预设扩展序列组中的每一扩展序列依次将解调后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号，直至得到序列解扩后的第一数据流，并确定所使用的扩展序列；正交逆变换模块 153，是设置为通过如下方式将逆正交变换后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号，得到解扩的逆正交变换后的第一数据流：使用预设扩展序列组中的每一扩展序列依次将逆正交变换后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号，得到解扩的逆正交变换后的第一数据流，并确定所使用的扩展序列。

在一实施例中，在图 15 所示实施例中，信号解调模块 152，是设置为对第一射频信号进行下变频处理和模数转换，得到解调后的第一数据流；依次对解

调后的第一数据流进行去循环前缀、 M 维离散傅里叶变换、子载波去映射和均衡处理，得到第四数据流，其中， $M \geq 2$ ；正交逆变换模块 153，是设置为对第四数据流进行 N 维逆正交变换，得到逆正交变换后的第一数据流。

在一实施例中，在图 15 所示实施例中，信号解调模块 152，是设置为通过如下方式依次对所述解调后的第一数据流进行去循环前缀、 M 维离散傅里叶变换、子载波去映射和均衡处理，得到第四数据流：对解调后的第一数据流进行去循环前缀处理，得到串行的第五数据流；数据接收装置还包括：串并转换模块，设置为将串行的第五数据流转换为并行的第五数据流；信号解调模块 152，是设置为对并行的第五数据流依次进行 M 维离散傅里叶变换和子载波去映射和均衡处理，得到并行的第四数据流。

在一实施例中，在图 15 所示实施例中，正交逆变换模块 153，是设置为通过如下方式对所述第四数据流进行 N 维逆正交变换，得到逆正交变换后的第一数据流：对并行的第四数据流进行 N 维逆正交变换，得到并行的逆正交变换后的第一数据流；将并行的逆正交变换后的第一数据流转换为串行的逆正交变换后的第一数据流。

在一实施例中，在图 15 所示实施例中， N 维正交变换包括： N 维离散余弦变换、 N 维离散 Hartley 变换、 N 维 Welch Hadamard 变换中任一种。

图 16 为一实施例提供的一种终端的结构示意图，如图 16 所示，该终端包括处理器 161、存储器 162 和发送器 163；终端中处理器 161 的数量可以是一个或多个，图 16 中以一个处理器 161 为例；终端中的处理器 161 和存储器 162；可以通过总线或其他方式连接，图 16 中以通过总线连接为例。

存储器 162 作为一种计算机可读存储介质，可设置为存储软件程序、计算机可执行程序以及模块，如本申请图 1-图 7 实施例中的数据发送方法对应的程序指令/模块（例如，数据发送装置中的数据获取模块 141、正交变换模块 142、信号调制模块 143、信号发送模块 143）。处理器 161 通过运行存储在存储器 162 中的软件程序、指令以及模块，从而终端至少一种功能应用以及数据处理，即实现上述的数据发送方法。

存储器 162 可主要包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序；存储数据区可存储根据终端的使用所创建的数据等。此外，存储器 162 可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非易失性存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。

发送器 163 为能够将射频信号发射至空间中的模块或器件组合，例如包括

射频发射机、天线以及其他器件的组合。

图 17 为一实施例提供的另一种终端的结构示意图，如图 17 所示，该终端包括处理器 171、存储器 172 和接收器 173；终端中处理器 171 的数量可以是一个或多个，图 17 中以一个处理器 171 为例；终端中的处理器 171 和存储器 172；可以通过总线或其他方式连接，图 17 中以通过总线连接为例。

存储器 172 作为一种计算机可读存储介质，可设置为存储软件程序、计算机可执行程序以及模块，如本申请图 8-图 10 实施例中的数据接收方法对应的程序指令/模块（例如，数据接收装置中的信号接收模块 151、信号解调模块 152、正交逆变换模块 153、数据获取模块 153）。处理器 171 通过运行存储在存储器 172 中的软件程序、指令以及模块，从而终端的至少一种功能应用以及数据处理，即实现上述的数据接收方法。

存储器 172 可主要包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序；存储数据区可存储根据终端的使用所创建的数据等。此外，存储器 172 可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非易失性存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。

接收器 173 为能够接收空间中的射频信号的模块或器件组合，例如包括射频接收机、天线以及其他器件的组合。

本申请实施例还提供一种包含计算机可执行指令的存储介质，计算机可执行指令在由计算机处理器执行时用于执行一种数据发送方法，该方法包括：获取第一数据流，第一数据流中包括多个编码后的数据符号；对第一数据流进行 N 维正交变换，得到正交变换后的第一数据流，其中， $N \geq 2$ ；对正交变换后的第一数据流进行调制处理后，得到第一射频信号；发送第一射频信号。

本申请实施例还提供一种包含计算机可执行指令的存储介质，计算机可执行指令在由计算机处理器执行时用于执行一种数据接收方法，该方法包括：接收第一射频信号，第一射频信号中包含的多个数据符号经过 N 维正交变换处理，其中， $N \geq 2$ ；对第一射频信号进行解调处理，得到解调后的第一数据流；对解调后的第一数据流进行 N 维逆正交变换，得到逆正交变换后的第一数据流；对逆正交变换后的第一数据流进行检测后得到第一数据流。

以上所述，仅为本申请的示例性实施例而已，并非用于限定本申请的保护范围。

本领域内的技术人员应明白，术语用户终端涵盖任何适合类型的无线用户设备，例如移动电话、便携数据处理装置、便携网络浏览器或车载移动台。

一般来说，本申请的多种实施例可以在硬件或专用电路、软件、逻辑或其任何组合中实现。例如，一些方面可以被实现在硬件中，而其它方面可以被实现在可以被控制器、微处理器或其它计算装置执行的固件或软件中，尽管本申请不限于此。

本申请的实施例可以通过移动装置的数据处理器执行计算机程序指令来实现，例如在处理器实体中，或者通过硬件，或者通过软件和硬件的组合。计算机程序指令可以是汇编指令、指令集架构（Instruction Set Architecture, ISA）指令、机器指令、机器相关指令、微代码、固件指令、状态设置数据、或者以一种或多种编程语言的任意组合编写的源代码或目标代码。

本申请附图中的任何逻辑流程的框图可以表示程序步骤，或者可以表示相互连接的逻辑电路、模块和功能，或者可以表示程序步骤与逻辑电路、模块和功能的组合。计算机程序可以存储在存储器上。存储器可以具有任何适合于本地技术环境的类型并且可以使用任何适合的数据存储技术实现，例如但不限于只读存储器（Read-Only Memory, ROM）、随机访问存储器（Random Access Memory, RAM）、光存储器装置和系统（数码多功能光碟（Digital Video Disc, DVD）或光盘（Compact Disc, CD））等。计算机可读介质可以包括非瞬时性存储介质。数据处理器可以是任何适合于本地技术环境的类型，例如但不限于通用计算机、专用计算机、微处理器、数字信号处理器（Digital Signal Processing, DSP）、专用集成电路（Application Specific Integrated Circuit, ASIC）、可编程逻辑器件（Field-Programmable Gate Array, FPGA）以及基于多核处理器架构的处理器。

1.一种数据发送方法，包括：

获取第一数据流，其中，所述第一数据流中包括多个编码后的数据符号；

对所述第一数据流进行 N 维正交变换，得到正交变换后的第一数据流，其中， $N \geq 2$ ；

对所述正交变换后的第一数据流进行调制处理后，得到第一射频信号；

发送所述第一射频信号。

2.根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述对所述第一数据流进行 N 维正交变换，得到正交变换后的第一数据流，包括：

将所述第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号，得到序列扩展后的第一数据流，对所述序列扩展后的第一数据流进行 N 维正交变换，得到扩展的正交变换后的第一数据流；或者，

对所述第一数据流进行 N 维正交变换，并将得到的正交变换后的第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号，得到扩展的正交变换后的第一数据流。

3.根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述将所述第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号，得到序列扩展后的第一数据流，包括：

使用预设扩展序列组中的一扩展序列将所述第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号，得到所述序列扩展后的第一数据流；

所述将所述正交变换后的第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号，得到扩展的正交变换后的第一数据流，包括：

使用预设扩展序列组中的一扩展序列将所述正交变换后的第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号，得到所述扩展的正交变换后的第一数据流；

其中，所述预设扩展序列组中包括至少两个扩展序列。

4.根据权利要求 1 至 3 任一项所述的方法，其中，所述 N 维正交变换包括以下之一： N 维离散余弦变换、 N 维离散哈特莱 Hartley 变换、 N 维沃尔什-哈达玛 Welch Hadamard 变换。

5.根据权利要求 1 至 3 任一项所述的方法，其中，所述对所述正交变换后的第一数据流进行调制处理后，得到第一射频信号，包括：

依次对所述正交变换后的第一数据流进行子载波映射、 M 维离散傅里叶逆变换和加循环前缀处理，得到第二数据流，其中， $M \geq 2$ ；

对所述第二数据流进行数模转换和上变频处理，得到所述第一射频信号。

6.根据权利要求 5 所述的方法，在所述对所述第一数据流进行 N 维正交变换，得到正交变换后的第一数据流之前，还包括：

将串行的第一数据流转换为并行的第一数据流。

7.根据权利要求 6 所述的方法，其中，所述对所述第一数据流进行 N 维正交变换，得到正交变换后的第一数据流，包括：

对所述并行的第一数据流进行 N 维正交变换，得到并行的正交变换后的第一数据流；

所述依次对所述正交变换后的第一数据流进行子载波映射、M 维离散傅里叶逆变换和加循环前缀处理，得到第二数据流，包括：

依次对所述并行的正交变换后的第一数据流进行子载波映射和 M 维离散傅里叶逆变换，得到并行的第三数据流；

将所述并行的第三数据流转换为串行的第三数据流；

对所述串行的第三数据流进行加循环前缀处理，得到所述第二数据流。

8.一种数据接收方法，包括：

接收第一射频信号，其中，所述第一射频信号中包含经过 N 维正交变换处理的多个数据符号， $N \geq 2$ ；

对所述第一射频信号进行解调处理，得到解调后的第一数据流；

对所述解调后的第一数据流进行 N 维逆正交变换，得到逆正交变换后的第一数据流；

对所述逆正交变换后的第一数据流进行检测后得到第一数据流。

9.根据权利要求 8 所述的方法，其中，所述对所述解调后的第一数据流进行 N 维逆正交变换，得到逆正交变换后的第一数据流，包括：

将所述解调后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号，得到序列解扩后的第一数据流，对所述序列解扩后的第一数据流进行 N 维逆正交变换，得到解扩的逆正交变换后的第一数据流；或者，

对所述解调后的第一数据流进行 N 维逆正交变换，并将得到的逆正交变换后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号，得到解扩的逆正交变换后的第一数据流。

10.根据权利要求 9 所述的方法，其中，所述将所述解调后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号，得到序列解扩后的第一数据流，

包括:

使用预设扩展序列组中的每一扩展序列依次将所述解调后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号,直至得到所述序列解扩后的第一数据流,并根据所述序列解扩后的第一数据流确定所述第一射频信号中所使用的扩展序列;

所述将所述逆正交变换后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号,得到解扩的逆正交变换后的第一数据流,包括:

使用预设扩展序列组中的每一扩展序列依次将所述逆正交变换后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号,直至得到所述解扩的逆正交变换后的第一数据流,并根据所述解扩的逆正交变换后的第一数据流确定所述第一射频信号中所使用的扩展序列;

其中,所述预设扩展序列组中包括至少两个扩展序列。

11.根据权利要求 8 至 10 任一项所述的方法,其中,所述 N 维正交变换包括以下之一: N 维离散余弦变换、 N 维离散哈特莱 Hartley 变换、 N 维沃尔什-哈达玛 Welch Hadamard 变换。

12.根据权利要求 8 至 10 任一项所述的方法,其中,所述对所述第一射频信号进行解调处理,得到解调后的第一数据流,包括:

对所述第一射频信号进行下变频处理和模数转换,得到所述解调后的第一数据流;

所述对所述解调后的第一数据流进行 N 维逆正交变换,得到逆正交变换后的第一数据流,包括:

依次对所述解调后的第一数据流进行去循环前缀、 M 维离散傅里叶变换、子载波去映射和均衡处理,得到第四数据流,其中, $M \geq 2$;

对所述第四数据流进行 N 维逆正交变换,得到逆正交变换后的第一数据流。

13.根据权利要求 12 所述的方法,其中,所述依次对所述解调后的第一数据流进行去循环前缀、 M 维离散傅里叶变换、子载波去映射和均衡处理,得到第四数据流,包括:

对所述解调后的第一数据流进行去循环前缀处理,得到串行的第五数据流。

将所述串行的第五数据流转换为并行的第五数据流,并对所述并行的第五数据流依次进行 M 维离散傅里叶变换、子载波去映射和均衡处理,得到并行的第四数据流。

14.根据权利要求 13 所述的方法,其中,所述对所述第四数据流进行 N 维

逆正交变换, 得到逆正交变换后的第一数据流, 包括:

对所述并行的第四数据流进行 N 维逆正交变换, 得到并行的逆正交变换后的第一数据流;

将所述并行的逆正交变换后的第一数据流转换为串行的逆正交变换后的第一数据流。

15. 一种数据发送装置, 包括:

数据获取模块, 设置为获取第一数据流, 其中, 所述第一数据流中包括多个编码后的数据符号;

正交变换模块, 设置为对所述第一数据流进行 N 维正交变换, 得到正交变换后的第一数据流, 其中, $N \geq 2$;

信号调制模块, 设置为对所述正交变换后的第一数据流进行调制处理后, 得到第一射频信号;

信号发送模块, 设置为发送所述第一射频信号。

16. 根据权利要求 15 所述的装置, 其中, 所述正交变换模块, 是设置为将所述第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号, 得到序列扩展后的第一数据流, 对所述序列扩展后的第一数据流进行 N 维正交变换, 得到扩展的正交变换后的第一数据流; 或者, 对所述第一数据流进行 N 维正交变换, 并将得到的正交变换后的第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号, 得到扩展的正交变换后的第一数据流。

17. 根据权利要求 16 所述的装置, 其中, 所述正交变换模块, 是设置为通过如下方式将所述第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号, 得到序列扩展后的第一数据流: 使用预设扩展序列组中的一扩展序列将所述第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号, 得到所述序列扩展后的第一数据流;

所述正交变换模块, 是设置为通过如下方式将所述正交变换后的第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号, 得到扩展的正交变换后的第一数据流: 使用预设扩展序列组中的一扩展序列将所述正交变换后的第一数据流中的每位数据符号映射为至少两位数据符号, 得到所述扩展的正交变换后的第一数据流;

其中, 所述预设扩展序列组中包括至少两个扩展序列。

18. 根据权利要求 15 至 17 任一项所述的装置, 其中, 所述 N 维正交变换包括以下之一: N 维离散余弦变换、 N 维离散哈特莱 Hartley 变换、 N 维沃尔什-

哈达玛 Welch Hadamard 变换。

19.根据权利要求 15 至 17 任一项所述的装置,其中,所述信号调制模块,是设置为依次对所述正交变换后的第一数据流进行子载波映射、 M 维离散傅里叶逆变换和加循环前缀处理,得到第二数据流,其中, $M \geq 2$;对所述第二数据流进行数模转换和上变频处理,得到所述第一射频信号。

20.根据权利要求 19 所述的装置,还包括:串并转换模块,设置为将串行的第一数据流转换为并行的第一数据流。

21.根据权利要求 20 所述的装置,其中,所述正交变换模块,是设置为对所述并行的第一数据流进行 N 维正交变换,得到并行的正交变换后的第一数据流;

所述信号调制模块,是设置为通过如下方式依次对所述正交变换后的第一数据流进行子载波映射、 M 维离散傅里叶逆变换和加循环前缀处理,得到第二数据流:依次对所述并行的正交变换后的第一数据流进行子载波映射和 M 维离散傅里叶逆变换,得到并行的第三数据流;将所述并行的第三数据流转换为串行的第三数据流;对所述串行的第三数据流进行加循环前缀处理,得到所述第二数据流。

22.一种数据接收装置,包括:

信号接收模块,设置为接收第一射频信号,其中,所述第一射频信号中包含经过 N 维正交变换处理的多个数据符号, $N \geq 2$;

信号解调模块,设置为对所述第一射频信号进行解调处理,得到解调后的第一数据流;

正交逆变换模块,设置为对所述解调后的第一数据流进行 N 维逆正交变换,得到逆正交变换后的第一数据流;

数据获取模块,设置为对所述逆正交变换后的第一数据流进行检测后得到第一数据流。

23.根据权利要求 22 所述的装置,其中,所述正交逆变换模块,是设置为将所述解调后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号,得到序列解扩后的第一数据流,对所述序列解扩后的第一数据流进行 N 维逆正交变换,得到解扩的逆正交变换后的第一数据流;或者,对所述解调后的第一数据流进行 N 维逆正交变换,并将得到的逆正交变换后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号,得到解扩的逆正交变换后的第一数据流。

24.根据权利要求 23 所述的装置,其中,所述正交逆变换模块,是设置为通过如下方式将所述解调后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位

数据符号，得到序列解扩后的第一数据流：使用预设扩展序列组中的每一扩展序列依次将所述解调后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号，直至得到所述序列解扩后的第一数据流，并根据所述序列解扩后的第一数据流确定所述第一射频信号中所使用的扩展序列；

所述正交逆变换模块，是设置为通过如下方式将所述逆正交变换后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号，得到解扩的逆正交变换后的第一数据流：使用预设扩展序列组中的每一扩展序列依次将所述逆正交变换后的第一数据流中的每至少两位数据符号逆映射为一位数据符号，直至得到所述解扩的逆正交变换后的第一数据流，并根据所述解扩的逆正交变换后的第一数据流确定所述第一射频信号中所使用的扩展序列；

其中，所述预设扩展序列组中包括至少两个扩展序列。

25.根据权利要求 22 至 24 任一项所述的装置，其中，所述 N 维正交变换包括以下之一：N 维离散余弦变换、N 维离散哈特莱 Hartley 变换、N 维沃尔什-哈达玛 Welch Hadamard 变换。

26.根据权利要求 22 至 24 任一项所述的装置，其中，所述信号解调模块，是设置为对所述第一射频信号进行下变频处理和模数转换，得到解调后的第一数据流；依次对所述解调后的第一数据流进行去循环前缀、M 维离散傅里叶变换、子载波去映射和均衡处理，得到第四数据流，其中， $M \geq 2$ ；

所述正交逆变换模块，是设置为对所述第四数据流进行 N 维逆正交变换，得到逆正交变换后的第一数据流。

27.根据权利要求 26 所述的装置，其中，所述信号解调模块，是设置为通过如下方式依次对所述解调后的第一数据流进行去循环前缀、M 维离散傅里叶变换、子载波去映射和均衡处理，得到第四数据流：对所述解调后的第一数据流进行去循环前缀处理，得到串行的第五数据流；将所述串行的第五数据流转换为并行的第五数据流；对所述并行的第五数据流依次进行 M 维离散傅里叶变换、子载波去映射和均衡处理，得到并行的第四数据流。

28.根据权利要求 27 所述的装置，其中，所述正交逆变换模块，是设置为通过如下方式对所述第四数据流进行 N 维逆正交变换，得到逆正交变换后的第一数据流：对所述并行的第四数据流进行 N 维逆正交变换，得到并行的逆正交变换后的第一数据流；将所述并行的逆正交变换后的第一数据流转换为串行的逆正交变换后的第一数据流。

29.一种数据传输系统，包括：数据发送端和数据接收端；

所述数据发送端包括如权利要求 15 至 21 任一项所述的数据发送装置；

所述数据接收端包括如权利要求 22 至 28 任一项所述的数据接收装置。

30.一种存储介质，存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求 1 至 7 任一项所述的数据发送方法。

31.一种存储介质，存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求 8 至 14 任一项所述的数据接收方法。