

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2016年3月3日 (03.03.2016)



(10) 国际公布号  
WO 2016/029482 A1

- (51) 国际专利分类号:  
H04L 1/02 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/085635
- (22) 国际申请日: 2014年8月30日 (30.08.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 张佳胤 (ZHANG, Jiayin); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 朱俊 (ZHU, Jun); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (74) 代理人: 北京同达信恒知识产权代理有限公司 (TDIP & PARTNERS); 中国北京市海淀区知春路7号致真大厦 A1304-05 室, Beijing 100191 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[见续页]

(54) Title: DATA TRANSMITTING METHOD, CHANNEL ESTIMATION METHOD AND DEVICE

(54) 发明名称: 一种发送数据的方法、信道估计方法及装置

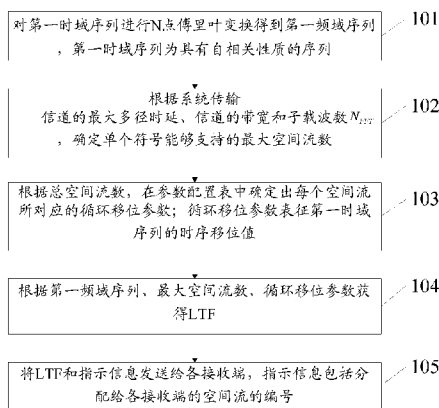


图 2 / Fig. 2

101 Conduct an N-point Fourier transform on a first time domain sequence to obtain a first frequency domain sequence, the first time domain sequence being a sequence with an autocorrelation property

102 Determine, according to the maximum multipath time delay of a system transmission channel, the bandwidth of the channel and number  $N_{FFT}$  of subcarriers, a maximum number of spatial streams a single symbol can support

103 Determine a cyclic shift parameter corresponding to each spatial stream in a parameter configuration table according to the total number of spatial streams, the cyclic shift parameter characterizing a sequential shift value of the first time domain sequence

104 Obtain an LTF according to the first frequency domain sequence, the maximum number of spatial streams and the cyclic shift parameter

105 Transmit the LTF and indication information to each receiving terminal, the indication information comprising the serial number of the spatial stream allocated to each receiving terminal

(57) Abstract: Provided are a data transmission method, channel estimation method and device, the data transmission method comprises: conducting a Fourier transform on a first time domain sequence to obtain a first frequency domain sequence, the first time domain sequence being a sequence with an autocorrelation property; determining, according to the maximum multipath time delay of a system transmission channel, the bandwidth of the channel and the number  $N_{FFT}$  of subcarriers, a maximum number of spatial streams that a single symbol can support; determining a cyclic shift parameter corresponding to each spatial stream in a parameter configuration table according to a total number of the spatial streams, the cyclic shift parameter characterizing a sequential shift value of the first time domain sequence; obtaining a long training field (LTF) according to the first frequency domain sequence, the maximum spatial stream number and the cyclic shift parameter; and transmitting the LTF and indication information to each receiving terminal, the indication information comprising the serial number of the spatial stream allocated to each receiving terminal.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2016/029482 A1



本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

---

本申请提供一种发送数据的方法、信道估计方法及装置，该发送数据的方法包括：对第一时域序列进行傅里叶变换得到第一频域序列；第一时域序列为具有自相关性质的序列；根据系统传输信道的最大多径时延、信道的带宽和子载波数  $N_{\text{FFT}}$ ，确定单个符号能够支持的最大空间流数；根据空间流总数，在参数配置表中确定出每个空间流所对应的循环移位参数；循环移位参数表征第一时域序列的时序移位值；根据第一频域序列、最大空间流数和循环移位参数获得长训练字段 LTF；将 LTF 和指示信息发送给各接收端，指示信息包括分配给各接收端的空间流的编号。

## 一种发送数据的方法、信道估计方法及装置

### 技术领域

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及一种发送数据的方法、信道估计方法及装置。

### 背景技术

由于网络技术和移动设备的飞速发展，基于电气和电子工程师协会（英文：Institute of Electrical and Electronics Engineers；简称：IEEE）802.11标准的无线局域网（英文：Wireless Local Area Network；简称：WLAN）技术得到了长足的发展和广泛的应用。主要有802.11，802.11b/g/a，802.11n，802.11ac及正在制定中的802.11ax。其中除802.11及802.11b外其它标准均采用正交频分复用（英文：Orthogonal Frequency Division Multiplexing；简称：OFDM）技术作为物理层的核心技术。

在OFDM系统的相干检测中需要对信道进行估计。信道估计，就是根据接收信号在一定准则下将发射信号所经过的信道参数估计出来的过程。在802.11n及802.11ac标准中使用了多输入多输出（英文：Multi-input Multi-output；简称：MIMO）技术来提高信道容量，增加系统范围，提高可靠性。MIMO系统的信道估计算法与单天线系统的相比具有更大的复杂性，因为接收信号是多个发射信号的叠加信号，这些发射信号同时从多个发射天线上发射出来，几乎同步到达任一接收天线。因此要从一个叠加信号中正确的识别出多个发射信号，需要信道估计算法能估计出各发射天线到同一接收天线之间多个并行信道的信道特性。

在前述以OFDM技术为核心的WLAN标准中，一个共同点是在物理层中规定了可用于信道估计的长训练字段（英文：Long Training Field；简称：LTF）的生成方法，LTF中包括一个或多个符号。该符号例如是正交频分复用（英文：Orthogonal Frequency Division Multiplexing；简称：OFDM）符号。长训练序

列（英文：Long Training Sequence；简称：LTS）可以携带在符号的频域上。

在MIMO场景下，如果LTF仅包含一个符号，那么接收端在接收到该符号之后，就无法区分多个空间流所对应的符号，所以也无法进行信道估计。

因此，为了实现MIMO信道估计，在802.11n标准中，在高吞吐量长训练字段（英文：High Throughput LTF；简称：HT-LTF）中，通过正交码字对单个符号在时域进行扩展，请参考图1所示，图1给出了单空间流至4空间流这四种情况下的符号结构。其中，在4空间流的情况下，正交码字组成的正交映射矩阵如下所示：

$$P_{HTLTF} = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}。由图1可以看出，对于单空间流，LTF就只要包含$$

一个符号就可以。对于两空间流，包括的符号是第一行的前两个符号和第二行的前两个符号，但是第一行的第一个符号和第二行的第一个符号在时域上是叠加的，只是放在不同的天线上。同理，第一行的第二个符号和第二行的第二个符号在时域上是叠加的，所以LTF就要包括2个符号。因此，在两空间流的情况下，每个空间流发送的也是2个符号。类似的，如果同时发送3空间流和4空间流，那么每个空间流均要发送4个符号。

802.11ac标准采用相同的方法生成超高吞吐量常训练字段（英文：Very HT-LTF；简称：VHT-LTF），并利用生成的VHT-LTF来进行MIMO场景下多空间流信道估计。

然而，前述生成LTF的方法虽然简单，但是系统的开销较大，例如当接入点（英文：Access Point；简称：AP）同时发送8空间流时，每个空间流都需发送8个符号，导致系统吞吐率较低。

## 发明内容

本申请提供一种发送数据的方法、信道估计方法及装置，用以解决现有技术中生成长训练字段的方法导致系统开销较大的技术问题。

本申请第一方面提供了一种发送数据的方法，包括：

对第一时域序列进行傅里叶变换得到第一频域序列；所述第一时域序列为具有自相关性质的序列；

根据系统传输信道的最大多径时延、所述信道的带宽和子载波数  $N_{FFT}$ ，确定单个符号能够支持的最大空间流数；

根据空间流总数，在参数配置表中确定出每个空间流所对应的循环移位参数；所述循环移位参数表征所述第一时域序列的时序移位值；

根据所述第一频域序列、所述最大空间流数和所述循环移位参数获得长训练字段LTF；

将所述 LTF 和指示信息发送给各接收端，所述指示信息包括分配给各接收端的空间流的编号。

结合第一方面，在第一方面的第一种可能的实现方式中，所述指示信息还包括所述各接收端的符号数据，通过以下步骤获得所述符号数量：

根据所述空间流总数和所述最大空间流数确定所述符号数量。

结合第一方面或第一方面的第一种可能的实现方式，在第一方面的第二种可能的实现方式中，所述方法还包括：

根据所述空间流总数，在所述参数配置表中确定出每个空间流所对应的正交映射矩阵；

根据所述第一频域序列、所述最大空间流数和所述循环移位参数获得长训练字段 LTF，包括：

根据所述第一频域序列、所述最大空间流数、所述循环移位参数和所述正交映射矩阵获得所述 LTF。

结合第一方面或第一方面的第一种可能的实现方式或第一方面的第二种可能的实现方式，在第一方面的第三种可能的实现方式中，所述参数配置表包括在所述空间流总数下，每个空间流与所述循环移位参数之间的对应关系。

结合第一方面的第三种可能的实现方式，在第一方面的第四种可能的实

现方式中，所述根据所述第一频域序列、所述最大空间流数、所述循环移位参数和所述正交映射矩阵获得所述 LTF，包括：

根据所述第一频域序列、所述最大空间流数、所述循环移位参数和所述正交映射矩阵获得每个空间流的第二频域序列；

通过对所述第二频域序列进行反傅里叶变换，得到所述每个空间流对应的第二时域序列；

通过将所述每个空间流对应的第二时域序列求和，得到所述 LTF。

结合第一方面或第一方面的第一种可能的实现方式至第一方面的第四种可能的实现方式中的任意一种，在第一方面的第五种可能的实现方式中，所述根据所述信道的最大多径时延、所述信道的带宽和子载波数  $N_{FFT}$ ，确定单个符号能够支持的最大空间流数，包括：

用所述子载波数  $N_{FFT}$  除以所述带宽，得到正交频分复用 OFDM 符号的离散反傅里叶变换 IDFT 周期；

用所述 IDFT 周期除以所述最大多径时延得到所述单个符号能够支持的最大空间流数。

结合第一方面或第一方面的第一种可能的实现方式至第一方面的第五种可能的实现方式中的任意一种，在第一方面的第六种可能的实现方式中，所述第一时域序列的长度为  $N$ ， $N$  为所述信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数；

所述第一频域序列的长度为所述子载波数  $N_{FFT}$ 。

本申请第二方面提供一种信道估计方法，包括：

接收发送端发送的长训练字段 LTF 和指示信息，所述指示信息包括分配给接收端的空间流的编号；

获得空间流总数和单个符号能够支持的最大空间流数；

根据所述空间流总数及所述空间流的编号，在参数配置表中确定出所述空间流对应的循环移位参数；所述循环移位参数表征第一时域序列的时序移

位值；其中，所述第一时域序列为具有自相关性质的序列；

根据所述循环移位参数、所述最大空间流数、所述第一时域序列、所述第一时域序列的长度  $N$ 、所述空间流的编号和接收到的 LTF，确定所述空间流对应的频域信道估计值。

结合第二方面，在第二方面的第一种可能的实现方式中，所述方法还包括：

根据所述空间流总数及所述空间流的编号，在所述参数配置表中确定出所述空间流对应的正交映射矩阵；

根据所述循环移位参数、所述最大空间流数、所述第一时域序列、所述第一时域序列的长度  $N$ 、所述空间流的编号和接收到的 LTF，确定所述空间流对应的频域信道估计值，包括：

根据所述循环移位参数、所述最大空间流数、所述第一时域序列、所述第一时域序列的长度  $N$ 、所述空间流的编号、所述正交映射矩阵和接收到的 LTF，确定所述空间流对应的频域信道估计值。

结合第二方面的第一种可能的实现方式，在第二方面的第二种可能的实现方式中，所述通过根据所述循环移位参数、所述单个符号能够支持的最大空间流数、所述第一时域序列、所述第一时域序列的长度  $N$ 、所述正交映射矩阵和接收到的 LTF，确定所述空间流对应的频域信道估计值，包括：

根据所述循环移位参数、所述单个符号能够支持的最大空间流数和所述第一时域序列的长度  $N$  确定窗函数；

根据所述空间流的编号和所述正交映射矩阵对所述接收到的 LTF 进行合并；

根据合并后的 LTF，获得第二估计时域序列；

通过对所述第二估计时域序列进行傅里叶变换，获得第一估计频域序列；

从所述第一频域序列提取出与接收端对应的连续可用子载波的位置和数量相对应的至少一个第二估计频域序列；

对所述至少一个第二估计频域序列进行反傅里叶变换，获得至少一个第

三估计时域序列；

利用所述窗函数对所述至少一个第三时域序列和所述第一时域序列进行处理，获得至少一个第四估计时域序列；

通过对所述至少一个第四估计时域序列分别进行傅里叶变换，获得所述空间流对应的频域信道估计值。

结合第二方面或第二方面的第一种可能的实现方式或第二方面的第二种可能的实现方式，在第二方面的第三种可能的实现方式中，所述第一时域序列的长度  $N$  具体为所述信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数为所述长度  $N$ 。

结合第二方面或第二方面的第一种可能的实现方式至第二方面的第三种可能的实现方式中的任意一种，在第二方面的第四种可能的实现方式中，所述参数配置表包括在所述空间流总数下，每个空间流与所述循环移位参数之间的对应关系。

本申请第三方面提供一种发送数据的装置，包括：

处理单元，用于对第一时域序列进行傅里叶变换得到第一频域序列；所述第一时域序列为具有自相关性质的序列；根据系统传输信道的最大多径时延、所述信道的带宽和子载波数  $N_{FFT}$ ，确定单个符号能够支持的最大空间流数；根据空间流总数，在参数配置表中确定出每个空间流所对应的循环移位参数；所述循环移位参数表征所述第一时域序列的时序移位值；根据所述第一频域序列、所述最大空间流数和所述循环移位参数获得长训练字段LTF；

发送单元，用于将所述LTF和指示信息发送给各接收端，所述指示信息包括分配给各接收端的空间流的编号。

结合第三方面，在第三方面的第一种可能的实现方式中，所述处理单元还用于根据所述空间流总数和所述最大空间流数确定所述符号数量。

结合第三方面或第三方面的第一种可能的实现方式，在第三方面的第二种可能的实现方式中，所述处理单元还用于：根据所述空间流总数，在所述



参数配置表中确定出每个空间流所对应的正交映射矩阵；根据所述第一频域序列、所述最大空间流数、所述循环移位参数和所述正交映射矩阵获得所述 LTF。

结合第三方面或第三方面的第一种可能的实现方式或第三方面的第二种可能的实现方式，在第三方面的第三种可能的实现方式中，所述参数配置表包括在所述空间流总数下，每个空间流与所述循环移位参数之间的对应关系。

结合第三方面的第三种可能的实现方式，在第三方面的第四种可能的实现方式中，所述处理单元具体用于：根据所述第一频域序列、所述最大空间流数、所述循环移位参数和所述正交映射矩阵获得每个空间流的第二频域序列；通过对所述第二频域序列进行反傅里叶变换，得到所述每个空间流对应的第二时域序列；通过将所述每个空间流对应的第二时域序列求和，得到所述 LTF。

结合第三方面或第三方面的第一种可能的实现方式至第三方面的第四种可能的实现方式中的任意一种，在第三方面的第五种可能的实现方式中，所述处理单元具体用于：用所述子载波数  $N_{FFT}$  除以所述带宽，得到正交频分复用 OFDM 符号的离散反傅里叶变换 IDFT 周期；用所述 IDFT 周期除以所述最大多径时延得到所述单个符号能够支持的最大空间流数。

结合第三方面或第三方面的第一种可能的实现方式至第三方面的第五种可能的实现方式中的任意一种，在第三方面的第六种可能的实现方式中，所述第一时域序列的长度为  $N$ ， $N$  为所述信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数；所述第一频域序列的长度为所述子载波数  $N_{FFT}$ 。

本申请第四方面提供一种信道估计装置，包括：

接收单元，用于接收发送端发送的长训练字段 LTF 和指示信息，所述指示信息包括分配给接收端的空间流的编号；

处理单元，用于获得空间流总数和单个符号能够支持的最大空间流数；根据所述空间流总数及所述空间流的编号，在参数配置表中确定出所述空间

流对应的循环移位参数；所述循环移位参数表征第一时域序列的时序移位值；其中，所述第一时域序列为具有自相关性质的序列；根据所述循环移位参数、所述最大空间流数、所述第一时域序列、所述第一时域序列的长度  $N$ 、所述空间流的编号和接收到的 LTF，确定所述空间流对应的频域信道估计值。

结合第四方面，在第四方面的第一种可能的实现方式中，所述处理单元还用于：根据所述空间流总数及所述空间流的编号，在所述参数配置表中确定出所述空间流对应的正交映射矩阵；根据所述循环移位参数、所述最大空间流数、所述第一时域序列、所述第一时域序列的长度  $N$ 、所述空间流的编号、所述正交映射矩阵和接收到的 LTF，确定所述空间流对应的频域信道估计值。

结合第四方面的第一种可能的实现方式，在第四方面的第二种可能的实现方式中，所述处理单元用于：根据所述循环移位参数、所述单个符号能够支持的最大空间流数和所述第一时域序列的长度  $N$  确定窗函数；根据所述空间流的编号和所述正交映射矩阵对所述接收到的 LTF 进行合并；根据合并后的 LTF，获得第二估计时域序列；通过对所述第二估计时域序列进行傅里叶变换，获得第一估计频域序列；从所述第一频域序列提取出与接收端对应的连续可用子载波的位置和数量相对应的至少一个第二估计频域序列；对所述至少一个第二估计频域序列进行反傅里叶变换，获得至少一个第三估计时域序列；利用所述窗函数对所述至少一个第三时域序列和所述第一时域序列进行处理，获得至少一个第四估计时域序列；通过对所述至少一个第四估计时域序列分别进行傅里叶变换，获得所述空间流对应的频域信道估计值。

结合第四方面或第四方面的第一种可能的实现方式或第四方面的第二种可能的实现方式，在第四方面的第三种可能的实现方式中，所述第一时域序列的长度  $N$  具体为所述信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数为所述长度  $N$ 。

结合第四方面或第四方面的第一种可能的实现方式至第四方面的第三种可能的实现方式中的任意一种，在第四方面的第四种可能的实现方式中，所

述参数配置表包括在所述空间流总数下，每个空间流与所述循环移位参数之间的对应关系。

本申请第五方面提供一种发送端设备，包括：

处理器，用于对第一时域序列进行傅里叶变换得到第一频域序列；所述第一时域序列为具有自相关性质的序列；根据系统传输信道的最大多径时延、所述信道的带宽和子载波数  $N_{FFT}$ ，确定单个符号能够支持的最大空间流数；根据空间流总数，在参数配置表中确定出每个空间流所对应的循环移位参数；所述循环移位参数表征所述第一时域序列的时序移位值；根据所述第一频域序列、所述最大空间流数和所述循环移位参数获得长训练字段LTF；

发送器，用于将所述LTF和指示信息发送给各接收端，所述指示信息包括分配给各接收端的空间流的编号。

结合第五方面，在第五方面的第一种可能的实现方式中，所述处理器还用于根据所述空间流总数和所述最大空间流数确定所述符号数量。

结合第五方面或第五方面的第一种可能的实现方式，在第五方面的第二种可能的实现方式中，所述处理器还用于：根据所述空间流总数，在所述参数配置表中确定出每个空间流所对应的正交映射矩阵；根据所述第一频域序列、所述最大空间流数、所述循环移位参数和所述正交映射矩阵获得所述LTF。

结合第五方面或第五方面的第一种可能的实现方式或第五方面的第二种可能的实现方式，在第五方面的第三种可能的实现方式中，所述参数配置表包括在所述空间流总数下，每个空间流与所述循环移位参数之间的对应关系。

结合第五方面的第三种可能的实现方式，在第五方面的第四种可能的实现方式中，所述处理器具体用于：根据所述第一频域序列、所述最大空间流数、所述循环移位参数和所述正交映射矩阵获得每个空间流的第二频域序列；通过对所述第二频域序列进行反傅里叶变换，得到所述每个空间流对应的第二时域序列；通过将所述每个空间流对应的第二时域序列求和，得到所述LTF。

结合第五方面或第五方面的第一种可能的实现方式至第五方面的第四种

可能的实现方式中的任意一种，在第五方面的第五种可能的实现方式中，所述处理器具体用于：用所述子载波数  $N_{FFT}$  除以所述带宽，得到正交频分复用 OFDM 符号的离散反傅里叶变换 IDFT 周期；用所述 IDFT 周期除以所述最大多径时延得到所述单个符号能够支持的最大空间流数。

结合第五方面或第五方面的第一种可能的实现方式至第五方面的第五种可能的实现方式中的任意一种，在第五方面的第六种可能的实现方式中，所述第一时域序列的长度为  $N$ ， $N$  为所述信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数；所述第一频域序列的长度为所述子载波数  $N_{FFT}$ 。

结合第五方面或第五方面的第一种可能的实现方式至第五方面的第六种可能的实现方式中的任意一种，在第五方面的第七种可能的实现方式中，所述发送端设备为无线局域网接入点或站点。

本申请第六方面提供一种接收端设备，包括：

接收器，用于接收发送端发送的长训练字段 LTF 和指示信息，所述指示信息包括分配给接收端的空间流的编号；

处理器，用于获得空间流总数和单个符号能够支持的最大空间流数；根据所述空间流总数及所述空间流的编号，在参数配置表中确定出所述空间流对应的循环移位参数；所述循环移位参数表征第一时域序列的时序移位值；其中，所述第一时域序列为具有自相关性质的序列；根据所述循环移位参数、所述最大空间流数、所述第一时域序列、所述第一时域序列的长度  $N$ 、所述空间流的编号和接收到的 LTF，确定所述空间流对应的频域信道估计值。

结合第六方面，在第六方面的第一种可能的实现方式中，所述处理器还用于：根据所述空间流总数及所述空间流的编号，在所述参数配置表中确定出所述空间流对应的正交映射矩阵；根据所述循环移位参数、所述最大空间流数、所述第一时域序列、所述第一时域序列的长度  $N$ 、所述空间流的编号、所述正交映射矩阵和接收到的 LTF，确定所述空间流对应的频域信道估计值。

结合第六方面的第一种可能的实现方式，在第六方面的第二种可能的实

现方式中，所述处理器用于：根据所述循环移位参数、所述单个符号能够支持的最大空间流数和所述第一时域序列的长度  $N$  确定窗函数；根据所述空间流的编号和所述正交映射矩阵对所述接收到的 LTF 进行合并；根据合并后的 LTF，获得第二估计时域序列；通过对所述第二估计时域序列进行傅里叶变换，获得第一估计频域序列；从所述第一频域序列提取出与接收端对应的连续可用子载波的位置和数量相对应的至少一个第二估计频域序列；对所述至少一个第二估计频域序列进行反傅里叶变换，获得至少一个第三估计时域序列；利用所述窗函数对所述至少一个第三时域序列和所述第一时域序列进行处理，获得至少一个第四估计时域序列；通过对所述至少一个第四估计时域序列分别进行傅里叶变换，获得所述空间流对应的频域信道估计值。

结合第六方面或第六方面的第一种可能的实现方式或第六方面的第二种可能的实现方式，在第六方面的第三种可能的实现方式中，所述第一时域序列的长度  $N$  具体为所述信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数为所述长度  $N$ 。

结合第六方面或第六方面的第一种可能的实现方式至第六方面的第三种可能的实现方式中的任意一种，在第六方面的第四种可能的实现方式中，所述参数配置表包括在所述空间流总数下，每个空间流与所述循环移位参数之间的对应关系。

结合第六方面或第六方面的第一种可能的实现方式至第六方面的第四种可能的实现方式中的任意一种，在第六方面的第五种可能的实现方式中，所述接收端设备为站点或无线局域网接入点。

本申请实施例中提供的一个或多个技术方案，至少具有如下技术效果或优点：

在本申请实施例中，对具有自相关性质的第一时域序列进行傅里叶变换得到第一频域序列；根据信道的最大多径时延、信道的带宽和子载波数，确定单个符号能够支持的最大空间流数；然后根据空间流总数，在参数配置表中确定出每个空间流所对应的循环移位参数，其中，循环移位参数表征第一

时域序列的时序移位值；然后根据第一频域序列、最大空间流数和循环移位参数获得 LTF。因此，在本实施例中，采用具备自相关性质的序列作为 LTF 使用的序列，然后通过不同的循环移位参数来区分多空间流场景下每个空间流所使用的符号，至少只要移一次位，就可以以此区分两个空间流，所以对于 8 空间流而言，每个空间流最多只要发送 4 个符号。因此，通过本实施例中的方法，每个空间流需发送的符号数少于现有技术中所发送的符号数，即可以实现信道估计，从而降低了系统开销，尤其降低了较多子载波数，较长保护间隔的参数配置下的系统开销。

### 附图说明

图1为现有技术中LTF中的符号的结构示意图；

图2为本申请实施例中发送端侧的发送数据的方法流程图；

图3为本申请实施例中接收端侧的信道估计的方法流程图；

图4为本申请一实施例中发送数据的装置的功能框图；

图5为本申请一实施例中发送端设备的硬件示意图；

图6为本申请一实施例中信道估计装置的功能框图；

图7为本申请一实施例中接收端设备的硬件示意图。

### 具体实施方式

本申请实施例提供一种发送数据的方法、信道估计方法及装置，用以解决现有技术中生成训练字段的方法导致系统开销较大的技术问题。

为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

本文中提到的站点，也可以称为接入终端、系统、用户单元、用户站、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 UE (User Equipment, 用户设备) 等。站点可以是蜂窝电话、无绳电话、SIP (Session Initiation Protocol, 会话启动协议) 电话、WLL (Wireless Local Loop, 无线本地环路) 站、PDA (Personal Digital Assistant, 个人数字处理)、具有无线通信功能的手持设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备。

此外，本文中的无线局域网接入点，可以是独立的采用 WLAN (Wireless Local Area Network; 无线局域网) 技术的接入点，也可以融合在现有的基站中，例如融合在：GSM (Global System of Mobile communication; 全球移动通讯) 或 CDMA (Code Division Multiple Access; 码分多址) 中的 BTS (Base Transceiver Station; 基站) 中，也可以是融合在 WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access; 宽带码分多址) 中的 NB (NodeB; 基站)，还可以是 LTE (Long Term Evolution; 长期演进) 中的 eNB 或 eNodeB (Evolutional Node B; 演进型基站)，或者中继站或接入点，或者未来 5G 网络中的基站设备中等。

另外，本文中字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

本实施例提供一种发送数据的方法，用于站点和接入点之间的交互。当接入点或者站点需要发送数据时，就执行以下方法步骤。请参考图 2 所示，为本实施例中的发送数据的方法的流程图。具体来说，是发送端生成 LTF 的处理过程以及发送 LTF 的过程，其中，发送端具体可以是站点，也可以是接入点。该方法包括以下内容：

步骤 101：对第一时域序列进行傅里叶变换得到第一频域序列；第一时域序列为具有自相关性质的序列；

步骤 102：根据系统传输信道的最大多径时延、信道的带宽和子载波数  $N_{FFT}$ ，确定单个符号能够支持的最大空间流数；

步骤 103：根据空间流总数，在参数配置表中确定出每个空间流所对应的

循环移位参数；循环移位参数表征第一时域序列的时序移位值；

步骤 104：根据第一频域序列、最大空间流数和循环移位参数获得 LTF；

步骤 105：将 LTF 和指示信息发送给各接收端，指示信息包括分配给各接收端的空间流的编号。

在本申请实施例的步骤 101 中，第一时域序列为具有自相关性质的序列。例如：第一时域序列可以为 Zadoff-Chu 序列、Frank 序列、Golomb 多相序列和 Chirp 序列。

可选的，第一时域序列是具有理想自相关性质的序列，例如：zadoffchu 序列。

而第一时域序列的长度  $N$  具体由信道的连续可用子载波数决定。较佳的， $N$  取值为连续可用子载波数。

举例来说，信道包括的子载波数为 256，假设子载波编号为  $\{-128, -127, \dots, -123, -122, \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots, 122, 123, \dots, 127\}$ ，其中可用子载波编号为  $\{-120, \dots, -1\}$  和  $\{1, \dots, 120\}$ ，其余为空子载波。可以看出，连续可用子载波数是 120，那么  $N$  的取值就可以是 120。

在另一种可能的实施方式中，长度  $N$  也可以是由一个资源块（英文：Resource Block；简称：RB）所包含的子载波数决定。 $N$  取值为一个 RB 所包含的子载波数。

举例来说，信道包括的子载波数为 256，假设子载波编号为  $\{-128, -127, \dots, -123, -122, \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots, 122, 123, \dots, 127\}$ ，其中可用子载波编号为  $\{-120, \dots, -1\}$  和  $\{1, \dots, 120\}$ ，其余为空子载波。每个 RB 在频域包含 24 个子载波，共有 10 个 RB。那么  $N$  的取值就可以是 24。

为便于描述，第一时域序列记为  $\{x_n\}, n=0, \dots, N-1$ 。然后执行步骤 101，即对第一时域序列进行傅里叶变换得到第一频域序列。傅里叶变换具体例如是采用快速傅里叶变换（英文：Fast Fourier Transform；简称：FFT）。对第一时域序列进行傅里叶变换之后，得到的频域序列的长度同样也是  $N$ ，然后将得



到的频域序列按照连续可用子载波的位置进行补位，并将空子载波的位置进行补位得到第一频域序列，因此，第一频域序列的长度为信道的子载波数  $N_{FFT}$ 。接下来介绍步骤 102，根据信道的最大多径时延、信道的带宽和子载波数  $N_{FFT}$ ，确定单个符号能够支持的最大空间流数的具体实施方式。其中，单个符号能够支持的最大空间流数，表示单个符号可最多支持多少个空间流复用时的 MIMO 信道估计。

一种可能的实施方式，步骤 102 包括：用子载波数  $N_{FFT}$  除以带宽，得到 OFDM 符号的离散反傅里叶变换（英文：Inverse Discrete Fourier Transform；简称：IDFT）周期；用 IDFT 周期除以最大多径时延得到单个符号能够支持的最大空间流数。

其中，关于获取信道的最大多径时延的方式，具体也可以有多种。第一种，根据系统当前的工作模式，例如是室内还是室外工作模式，确定系统传输信道的类型，例如是室外信道或室内信道；根据确定出的信道类型，获得与该信道类型对应的信道模型的时延作为最大多径时延。

第二种，可以根据数据帧的循环前缀（英文：Cyclic Prefix；简称：CP）来确定最大多径时延，例如直接将 CP 长度作为最大多径时延。

需要说明的是，步骤 101 和步骤 102 没有先后顺序，也可以同时执行。

进一步，根据空间流总数和单个符号支持的最大空间流数可以确定出需要的符号数，即符号数量。例如：单个符号支持的最大空间流数为 4，空间流总数为 8，那么总共需要的符号数为 2。

接下来再介绍步骤 103 的实施方式。首先介绍参数配置表，该参数配置表具体可以是系统配置的，或者是协议约定的，在发送端和接收端使用同样的参数配置表。参数配置表可以包括以下几个项目：空间流总数、空间流编号、循环移位参数，进一步，还包括正交映射矩阵。再进一步还可以包括符号数量。换言之，参数配置表包括在空间流总数下、每个空间流和循环移位参数之间的对应关系。进一步，参数配置表还包括在空间流总数下、每个空

间流和正交映射矩阵之间的对应关系。进一步，参数配置表还包括空间流总数和符号数量之间的对应关系。

具体请参考表一所示，表一是一个以空间流总数  $N_{ss}$  为 1 至 8、单个符号支持的最大空间流数为 4 为例的参数配置表。其中， $M$  表示符号数量。 $i_{ss}$  表示空间流编号。 $v_{i_{ss}}$  表示循环移位参数。 $P_{i_{ss}}(m)$  表示正交映射矩阵， $m$  取值为 0 至  $M-1$ 。

$N_{ss}$	$M$	$i_{ss}$	$v_{i_{ss}}$	$P_{i_{ss}}(0)$	$P_{i_{ss}}(1)$
1	1	0	0	1	/
2	1	0	0	1	/
	1	1	2	1	/
3	1	0	0	1	/
	1	1	1	1	/
	1	2	2	1	/
4	1	0	0	1	/
	1	1	1	1	/
	1	2	2	1	/
	1	3	3	1	/
5	2	0	0	1	-1
	2	1	1	1	-1
	2	2	2	1	-1
	2	3	3	1	-1
	2	4	0	1	1
6	2	0	0	1	-1
	2	1	1	1	-1
	2	2	2	1	-1
	2	3	3	1	-1

	2	4	0	1	1
	2	5	1	1	1
7	2	0	0	1	-1
	2	1	1	1	-1
	2	2	2	1	-1
	2	3	3	1	-1
	2	4	0	1	1
	2	5	1	1	1
	2	6	2	1	1
8	2	0	0	1	-1
	2	1	1	1	-1
	2	2	2	1	-1
	2	3	3	1	-1
	2	4	0	1	1
	2	5	1	1	1
	2	6	2	1	1
	2	7	3	1	1

表一

在实际运用中，循环移位参数  $V_{i_{ss}}$  可以有不同的设置。在表一中，假设将第一时域序列分为四段。当空间流总数为 1 时，空间流编号为 0，因为此时不需要移位即可唯一确定空间流编号，所以此时循环移位参数为 0，即不移位。当空间流总数为 2 时，空间流 0 也可以不用移位，所以循环移位参数为 0，对于空间流 1，因为要区别于空间流 0，所以要对第一时域序列进行移位。那么可以用移位两段，即循环移位二分之一符号 IDFT 周期来代表空间流 1，所以循环移位参数为 2。依此类推，直到空间流总数大于 4 以后。举例来说，假设第一时域序列为 1234，对于空间流总数为 2 的情况，空间流 0 不用移位，循环移位参数就为 0，对应的符号上承载的就是 1234。空间流 1 移位两段，循环移位参数为 2，对应的符号上承载的就是 3412。

当然，也可以将第一时域序列分为其他的段数，例如：当空间流总数为 3 时，也可以将第一时域序列分为三段。空间流 0 也可以不用移位，所以循环移位参数为 0，对于空间流 1，因为要区别于空间流 0，所以要对第一时域序列进行移位。那么可以用循环移位一段，即循环移位三分之一符号 IDFT 周期来代表空间流 1，所以循环移位参数为 1。对于空间流 2，因为要区别于空间流 0 和 1，所以要对第一时域序列进行循环移位。那么可以用循环移位二段，即循环移位三分之二符号 IDFT 周期来代表空间流 2，所以循环移位参数为 2。

因此，在实际运用中，循环移位参数的具体表现形式可能不同。

在表一中，在空间流总数大于 4 时，因为第一时域序列在第四次移位后，又和不移位的情况相同，所以就无法区分空间流 0 和空间流 4。因此，正交映射矩阵用于进一步区分不同的空间流。

需要说明的是，步骤 103 与前述步骤 101-步骤 102 之间不限定先后顺序，也可以同时执行。

当步骤 101-步骤 103 执行完成后，就执行步骤 104，即根据第一频率序列、最大空间流数和循环移位参数获得 LTF。

需要说明的是，如果以表一为例的话，当空间流总数是小于等于 4 时，就不需要正交映射矩阵来区分各空间流。然而，当空间流总数大于 4 时，就需要采用正交映射矩阵来进一步区分各空间流。

因此，可选的，该方法还包括：根据空间流总数，在参数配置表中确定出每个空间流所对应的正交映射矩阵。则步骤 104 具体包括：根据第一频域序列、最大空间流数、循环移位参数和正交映射矩阵获得 LTF。

在本实施例中，以同时参考正交映射矩阵为例，步骤 104 具体包括：根据第一频域序列、最大空间流数、循环移位参数和正交映射矩阵获得每个空间流的第二频域序列；通过对第二频域序列进行反傅里叶变换，得到每个空间流对应的第二时域序列；通过将每个空间流对应的第二时域序列求和，得到 LTF。其中，每个空间流的第二频域序列包括每个空间流的所有符号的频域序列，换言之，空间流有几个符号，就会获得几个第二频域序列。相应的，

第二时域序列的数量与第二频域序列的数量是对应的。

在不需要参考正交映射矩阵时，将上述的步骤中的正交映射矩阵按照去掉即可。

可选的，在步骤 104 中获得 LTF 之后，执行步骤 105：即将 LTF 和指示信息发送给各接收端；其中，指示信息分配给各接收端的空间流的编号。进一步，指示信息中还包括各接收端的符号数量。

其中，将 LTF 发送给各接收端，具体可以是和各空间流数据一起发送。指示信息具体可以用下行/上行资源指示字段中的信息比特位来表示。例如：用 1bit 来指示符号数量，用 3bit 来表示分配给各接收端的起始空间流编号，用 3bit 表示分配给各接收端的空间流总数。举例来说，当空间流总数为 8 时，分配给第  $u$  个用户的空间流为空间流 4-6，查询如表一所示的参数配置表可知，空间流总数为 8 时，符号数量为 2，那么符号数量的比特位可表示为 {1}，起始空间流编号的比特位可表示为 {1,0,0}，分配给第  $u$  个用户的空间流数量的比特位可表示为 {0,1,1}。当然，在实际运用中，也可以通过其他方式将指示信息发送给各接收端。

可选的，发送端将 LTF 和指示信息发送给各接收端，以便各接收端进行信道估计。

以下将从接收端侧来描述如何进行信道估计，请参考图 3 所示，为本实施例中的信道估计的方法流程图，该方法包括：

步骤 201：接收发送端发送的 LTF 和指示信息，指示信息包括各接收端的符号数量及分配给各接收端对应的空间流的编号；

步骤 202：获得空间流总数和单个符号能够支持的最大空间流数；

步骤 203：根据空间流总数及空间流的编号，在参数配置表中确定出空间流对应的循环移位参数；循环移位参数表征第一时域序列的时序移位值；其中，第一时域序列为具有自相关性质的序列；

步骤 204：通过根据循环移位参数、最大空间流数、第一时域序列、第一

时域序列的长度  $N$ 、该空间流的编号和接收到的 LTF，确定空间流对应的频域信道估计值。

前述介绍了发送端还发送指示信息给各接收端，对应到接收端，即执行步骤 201，即接收 LTF 和指示信息。可以根据指示信息的指示位中的比特信息获得符号数量及各接收端对应的空间流的编号。

其中，步骤 202 一种可能的实施方式与前述步骤 102 的具体方式相同，所以在此不再赘述。

另一种可能的实现方式为，步骤 202 具体为：接收发送端发送的空间流总数和单个符号能够支持的最大空间流数。

在步骤 203 中，第一时域序列与步骤 101 中所使用的序列相同。通常系统会配置第一时域序列具体是哪个序列，所以发送端和接收端默认均使用同样的第一时域序列。或者通常是在协议中约定双方使用同样的第一时域序列。

第一时域序列的长度为  $N$ 。可选的，信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数为长度  $N$ 。通常情况下，发送端和接收端都默认第一时域序列的长度  $N$  为信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数，所以发送端和接收端均按照这个规则确定长度  $N$ 。

接下来执行步骤 203，即根据空间流总数及该空间流的编号，在参数配置表中确定出该空间流对应的循环移位参数。

其中，参数配置表与发送端所使用的参数配置表相同。循环移位参数概念与前述所描述的相同。

接下来执行步骤 204。

可选的，该方法还包括：根据空间流总数及该空间流的编号，在参数配置表中确定出该空间流对应的正交映射矩阵。其中，正交映射矩阵的概念与前述相同。

因此，步骤 204 具体包括：根据循环移位参数、最大空间流数、第一时域序列、第一时域序列的长度  $N$ 、空间流的编号、正交映射矩阵和接收到的 LTF，确定空间流对应的频域信道估计值。

可选的，步骤 204 的一种可能的实施方式为：根据循环移位参数、最大空间流数和长度  $N$  确定窗函数；根据空间流的编号和正交映射矩阵对接收到的 LTF 进行合并；根据合并后的 LTF，获得第二估计时域序列；通过对第二估计时域序列进行傅里叶变换，获得第一估计频域序列；从第一估计频域序列提取出与接收端对应的连续可用子载波的位置和数量相对应的至少一个第二估计频域序列；对至少一个第二估计频域序列进行反傅里叶变换，获得至少一个第三估计时域序列；利用窗函数对至少一个第三估计时域序列和第一时域序列进行处理，获得至少一个第四估计时域序列；通过对至少一个第四估计时域序列分别进行傅里叶变换，获得该空间流对应的频域信道估计值。

其中，窗函数可以有多种形式，例如：矩形窗、三角窗、汉宁窗、海明窗和高斯窗。

需要说明的是，利用窗函数进行的加窗处理和对接收到的 LTF 进行合并处理的过程可以如上描述，先进行合并处理，后进行加窗处理；也可以先加窗处理，再合并处理。

由以上描述可以看出，本发明实施例采用具备自相关性质的序列作为 LTF 使用的序列，然后通过不同的循环移位参数来区分多空间流场景下每个空间流所使用的 LTF，所以每个空间流仅需发送少于现有技术中的符号即可以实现信道估计，从而降低了系统开销。

以下分别举几个具体的实例介绍本实施例中的发送数据的方法及信道估计方法的具体实施过程。

第一例，系统为室外工作模式，信道为室外信道，应用于下行传输。设带宽  $BW = 20MHz$ ，子载波数  $N_{FFT} = 256$ ，设子载波编号为  $\{-128, -127, \dots, -123, -122, \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots, 122, 123, \dots, 127\}$ ，其中可用子载波编号为  $\{-120, \dots, -1\}$  和  $\{1, \dots, 120\}$ ，其余为空子载波。

设  $N_{ss}$  为总共发射的空间流总数，共有  $N_u$  个用户共用整个带宽。 $N_{ss,u}$  为发射给第  $u$  个用户的空间流数， $u = 0, 1, \dots, N_u - 1$ 。假设发送端为 AP。

获得具备理想自相关性质的第一时域序列，第一时域序列的长度  $N=120$ ，第一时域序列可表示为  $\{x_n\}, n=0, \dots, N-1$ 。

对第一时域序列进行  $N$  点傅里叶变换，得到的频域序列表示为  $\{X_d\} = FFT[x_n], d=0, \dots, N-1$ 。那么第一频域序列  $\{L_k\}, k=-\frac{N_{FFT}}{2}, \dots, \frac{N_{FFT}}{2}-1$  可表示为  $\{0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, X_0, \dots, X_{119}, 0, X_0, \dots, X_{119}, 0, 0, 0, 0, 0, 0\}$ 。即第一频域序列的长度为子载波数，在本实施例中为 256。

本实施例中为室外信道，所以由室外信道模型获得该信道的最大多径时延  $\tau_{max} = 3.2\mu s$ 。由带宽  $BW = 20MHz$  及子载波数  $N_{FFT} = 256$  可得到符号 IDFT 周期

$$T_{IDFT} = \frac{N_{FFT}}{BW} = 12.8\mu s。单个符号可最多支持  $i_{ss\_max} = \frac{T_{IDFT}}{\tau_{max}} = 4$  个空间流复用时的$$

MIMO 信道估计。

可选的，还可以计算需要发送的符号数量  $M = \lceil N_{ss}/i_{ss\_max} \rceil$ ， $\lceil \cdot \rceil$  为向上取整函数。

根据信道的空间流总数  $N_{ss}$ ，在表一所示的参数配置表中确定出每个空间流所对应的循环移位参数  $v_{i_{ss}}$  和正交映射矩阵  $P_{i_{ss}}(m)$ 。其中， $v_{i_{ss}}$  表示第  $i_{ss}$  个空间流的循环移位参数。 $P_{i_{ss}}(m)$  表示第  $i_{ss}$  个空间流的正交映射矩阵。

根据第一频域序列  $\{L_k\}$ 、最大空间流数  $i_{ss\_max}$ 、循环移位参数  $v_{i_{ss}}$  和正交映射矩阵  $P_{i_{ss}}(m)$  获得每个空间流的第二频域序列。

其中，第  $i_{ss}$  个空间流对应的第二频域序列  $L_{k,m}^{i_{ss}}$  可表示为

$$L_{k,m}^{i_{ss}} = L_k \exp\left(j2\pi \frac{v_{i_{ss}}}{i_{ss\_max}} k\right) P_{i_{ss}}(m), m=0, 1, \dots, M-1, \text{ 其中,}$$

$$i_{ss} = \begin{cases} l & u=0, l=0, 1, \dots, N_{ss,0}-1 \\ \sum_{u'=0}^{u-1} N_{ss,u'} + l & u=1, \dots, N_u-1, l=0, 1, \dots, N_{ss,u}-1 \end{cases}。$$



然后，通过对第二频域序列进行反傅里叶变换，得到每个空间流对应的第二时域序列。例如，对第  $i_{ss}$  个空间流对应的第二频域序列  $L_{k,m}^{i_{ss}}$  进行反傅里叶变换，得到第  $i_{ss}$  个空间流对应的第二时域序列

$$l_{n,m}^{i_{ss}} = IDFT \left[ L_{k,m}^{i_{ss}} \right], n = 0, 1, \dots, N_{FFT} - 1。$$

最后，通过将每个空间流对应的第二时域序列求和，得到 LTF。

$$\text{例如：实际由 AP 发送的 LTF 可表示为 } l_{n,m} = \sum_{i_{ss}=0}^{N_{ss}-1} l_{n,m}^{i_{ss}}, \text{ 其中，} l_{n,m}$$

表示 LTF。

对应的，下面以第  $u$  个用户为例说明接收端信道估计的实施过程，接收端例如是站点。

获得最大空间流数。例如：从发送端接收的最大空间流数。

获得第一时域序列，第一时域序列的长度为  $N$ ，在本实施例中，长度  $N$  具体为连续可用子载波数，为 120。第一时域序列继续用  $\{x_n\}$  表示。

接收 LTF 和指示信息，指示信息包括各接收端的符号数量  $M$  及分配给各接收端的空间流  $i_{ss}$ 。进一步，例如：根据下行资源指示字段中的比特位信息确定符号数量  $M$  为 2，分配给第  $u$  个用户的空间流  $i_{ss}$  为空间流 4-6。

根据空间流总数及空间流的编号，在如表一所示的参数配置表中确定出该空间流  $i_{ss}$  对应的循环移位参数  $v_{i_{ss}}$  和正交映射矩阵  $P_{i_{ss}}(m)$ 。

根据循环移位参数、最大空间流数、第一时域序列、第一时域序列的长度  $N$ 、正交映射矩阵和接收到的 LTF，获得该空间流对应的频域信道估计值。

具体来说，获得该空间流对应的频域信道估计值的一种可能的实现方式为：根据循环移位参数  $v_{i_{ss}}$  和最大空间流数  $i_{ss\_max}$ ，以及长度  $N$  确定窗函数，本实施例中确定的例如是矩形窗函数  $w_l$ ，窗函数如下：

$$w_t^{i_{ss}} = \begin{cases} 1 & \frac{v_{i_{ss}} N}{i_{ss\_max}} \leq t < \frac{(v_{i_{ss}} + 1) N}{i_{ss\_max}} \\ 0 & 0 \leq t < \frac{v_{i_{ss}} N}{i_{ss\_max}}, \frac{(v_{i_{ss}} + 1) N}{i_{ss\_max}} \leq t < N \end{cases}$$

继续沿用前述实例，对于第  $u$  个用户而言， $i_{ss}$  取值为 4、5、6。

根据第  $u$  个用户的空间流的编号  $i_{ss}$  和正交映射矩阵  $P_{i_{ss}}(m)$  对接收到的

LTF  $\{y_m\}$  进行合并，得到合并的 LTF 为  $y^{i_{ss}} = \sum_{m=0}^{M-1} y_m P_{i_{ss}}(m)$ 。

对合并后的 LTF  $y^{i_{ss}}$  去 CP 处理处理，获得第二估计时域序列。

然后对第二估计时域序列进行  $N_{FFT}$  点傅里叶变换，获得第一估计频域序列  $Y^{i_{ss}}$ ， $Y^{i_{ss}} = DFT[y^{i_{ss}}]$ 。

接下来从第一估计频域序列  $Y^{i_{ss}}$  提取出与接收端对应的连续可用子载波的位置和数量相对应的至少一个第二估计频域序列。继续沿用前述实例，假设第  $u$  个用户同时使用了连续可用子载波  $\{-120, \dots, -1\}$  和  $\{1, \dots, 120\}$ ，那么就可以从第一估计频域序列  $Y^{i_{ss}}$  提取出两个第二估计频域序列  $\{Y_{k_1}^{i_{ss}}\}, k_1 = -120, \dots, -1$  和  $\{Y_{k_2}^{i_{ss}}\}, k_2 = 1, \dots, 120$ 。如果第  $u$  个用户只使用了连续可用子载波  $\{-120, \dots, -1\}$ ，那么提取出的第二估计频域序列就只有  $\{Y_{k_1}^{i_{ss}}\}, k_1 = -120, \dots, -1$ 。

接下来对至少一个第二估计频域序列进行  $N$  点反傅里叶变换，获得至少一个第三估计时域序列。继续以前述两个第二估计频域序列  $\{Y_{k_1}^{i_{ss}}\}, k_1 = -120, \dots, -1$  和  $\{Y_{k_2}^{i_{ss}}\}, k_2 = 1, \dots, 120$  为例，分别进行  $N$  点反傅里

叶变换后, 获得两个第三估计时域序列  $y_{n_1}^{i_{ss}} = IDFT \left[ Y_{k_1}^{i_{ss}} \right], n_1 = 0, 1, \dots, N-1$  和  $y_{n_2}^{i_{ss}} = IDFT \left[ Y_{k_2}^{i_{ss}} \right], n_2 = 0, 1, \dots, N-1$ 。需要说明的是, 第二估计频域序列和第三估计时域序列是一一对应的。

然后利用前述确定出的窗函数对至少一个第三估计时域序列和第一时域序列进行处理, 获得至少一个第四估计时域序列。具体来说, 两个第四估计

时域序列可表示为  $h_{t_1}^{i_{ss}} = w_{t_1}^{i_{ss}} \sum_{n_1=0}^{N-1} y_{n_1}^{i_{ss}} x_{n_1-t_1}$  和  $h_{t_2}^{i_{ss}} = w_{t_2}^{i_{ss}} \sum_{n_2=0}^{N-1} y_{n_2}^{i_{ss}} x_{n_2-t_2}$ 。其

中, 等式左边分别表示两个第四估计时域序列。等式右边表示运算公式, 第三估计时域序列和第一时域序列之间是互相关运算, 然后再利用窗函数进行加窗运算。

接下来通过对至少一个第四估计时域序列分别进行 N 点傅里叶变换, 获得该空间流对应的频域信道估计值。具体来说, 对  $\{h_{t_1}^{i_{ss}}\}$  和  $\{h_{t_2}^{i_{ss}}\}$  进行 N 点傅里叶变换, 用公式可表示为  $H_{s_1}^{i_{ss}} = DFT \left[ h_{t_1}^{i_{ss}} \right], s_1 = 0, 1, \dots, N-1$  和  $H_{s_2}^{i_{ss}} = DFT \left[ h_{t_2}^{i_{ss}} \right], s_2 = 0, 1, \dots, N-1$ 。因此, 第 u 个用户的各空间流的频域信道估计值可表示为

$$\left\{ 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, H_{s_1=0}^{i_{ss}}, \dots, H_{s_1=119}^{i_{ss}}, 0, H_{s_2=0}^{i_{ss}}, \dots, H_{s_2=119}^{i_{ss}}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 \right\}。$$

第二例, 与第一例不同的是, 在本实施例中, 系统为室内工作模式, 信道为室内信道, 通过室内信道模型确定出信道的最大多径时延为  $\tau_{\max} = 0.8 \mu s$ 。

因此, 单个 HTF 符号支持的最大空间流数  $i_{ss\_max} = \frac{T_{IDFT}}{\tau_{\max}} = 16$ 。发送端需要发送的符号数量 M 为 1。并且在该种情况下, 参数配置表的设置可以为如表二所示。

$N_{ss}$	$M$	$i_{ss}$	$v_{i_{ss}}$	$P_{i_{ss}}(0)$	$P_{i_{ss}}(1)$
1	1	0	0	1	/

2	1	0	0	1	/
	1	1	8	1	/
3	1	0	0	1	/
	1	1	4	1	/
	1	2	8	1	/
4	1	0	0	1	/
	1	1	4	1	/
	1	2	8	1	/
	1	3	12	1	/
5	1	0	0	1	/
	1	1	2	1	/
	1	2	4	1	/
	1	3	6	1	/
	1	4	8	1	/
6	1	0	0	1	/
	1	1	2	1	/
	1	2	4	1	/
	1	3	6	1	/
	1	4	8	1	/
	1	5	10	1	/
7	1	0	0	1	/
	1	1	2	1	/
	1	2	4	1	/
	1	3	6	1	/
	1	4	8	1	/
	1	5	10	1	/
	1	6	12	1	/
8	1	0	0	1	/
	1	1	2	1	/
	1	2	4	1	/
	1	3	6	1	/
	1	4	8	1	/
	1	5	10	1	/
	1	6	12	1	/
	1	7	14	1	/

表二

在本实施例中，除上述参数和参数配置表与第一例不同外，具体的各步骤和第一例相同。

本实施例中的接收端的信道估计过程除上述参数和参数配置表不同，具体各步骤与前述第一例中相同，所以在此不再赘述。

第三例，与第一例不同的是，在本实施例中，子载波数  $N_{FFT} = 512$ 。设子载波编号为  $\{-256, -255, \dots, -226, -225, \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots, 225, 226, \dots, 255\}$ ，其中，可用子载波编号为  $\{-225, \dots, -2\}$  和  $\{2, \dots, 225\}$ ，其余为空子载波。

因此，在这种情况下，长度  $N$  为 224。第一频域序列  $\{L_k\}, k = -\frac{N_{FFT}}{2}, \dots, \frac{N_{FFT}}{2} - 1$

可表示为  $\left\{ \underbrace{0, \dots, 0}_{31}, X_0, \dots, X_{223}, 0, 0, 0, X_0, \dots, X_{223}, \underbrace{0, \dots, 0}_{30} \right\}$ 。OFDM 符号的 IDFT 周期为

$T_{IDFT} = \frac{N_{FFT}}{BW} = 25.6\mu s$ 。单个符号支持的最大空间流数  $i_{ss\_max} = \frac{T_{IDFT}}{\tau_{max}} = 8$ 。发送端需

要发送的符号数量  $M$  为 1。在本实施例中，参数配置表的配置可如表三所示。

$N_{SS}$	$M$	$i_{SS}$	$v_{i_{SS}}$	$P_{i_{SS}}(0)$	$P_{i_{SS}}(1)$
1	1	0	0	1	/
2	1	0	0	1	/
	1	1	4	1	/
3	1	0	0	1	/
	1	1	2	1	/
	1	2	4	1	/
4	1	0	0	1	/
	1	1	2	1	/
	1	2	4	1	/
	1	3	6	1	/
5	1	0	0	1	/
	1	1	1	1	/
	1	2	2	1	/
	1	3	3	1	/
	1	4	4	1	/
6	1	0	0	1	/
	1	1	1	1	/
	1	2	2	1	/
	1	3	3	1	/
	1	4	4	1	/
	1	5	5	1	/
7	1	0	0	1	/
	1	1	1	1	/
	1	2	2	1	/
	1	3	3	1	/
	1	4	4	1	/

	1	5	5	1	/
	1	6	6	1	/
8	1	0	0	1	/
	1	1	1	1	/
	1	2	2	1	/
	1	3	3	1	/
	1	4	4	1	/
	1	5	5	1	/
	1	6	6	1	/
	1	7	7	1	/

表三

在本实施例中，除上述参数和参数配置表与第一例不同外，具体的各步骤和第一例相同。

本实施例中的接收端的信道估计过程除上述参数和参数配置表不同，具体各步骤与前述第一例中相同，所以在此不再赘述。

第四例，与第一例不同的是，在本实施例中，发送端例如是站点，所以应用于上行传输，接收端例如是 AP。本实施例中，上行数据传输受 AP 调度，AP 会先向站点发送下一次或下几次的上行资源指示。假设上行资源指示中设定本次上行传输共有  $N_u$  个用户共用整个带宽， $N_{ss}$  为总共发射的空间流总数。 $N_{ss,u}$  为第  $u$  个用户发射的空间流数， $u=0,1,\dots,N_u-1$ 。其他步骤与前述第一例相同。

关于在接收端进行信道估计的过程，与第一例不同的是，在本实施例中，在步骤 203 中，根据指示信息确定符号数量  $M$  及接收端对应的空间流。接收端对应的空间流具体为  $N_u$  个用户分别发射的空间流。指示信息具体为从 AP 发送的上行资源指示中获得的。其他步骤与前述第一例相同。

第五例，与第一例不同的是，在本实施例中，采用正交频分多址（英文：Orthogonal Frequency Division Multiple Access；简称：OFDMA）的传输方法。每个 RB 在频域包含 24 个子载波，共有 10 个 RB，分别为  $\{-120,\dots,-97\}$ ， $\{-96,\dots,-73\}$ ， $\dots$ ， $\{73,\dots,96\}$ ， $\{97,\dots,120\}$ 。

设  $N_{ss}^r$  为第  $r$  个 RB 带宽上总共发射的总空间流数，其中， $r=0,1,\dots,9$ 。共

有  $N_u^r$  个用户共用这个 RB。  $N_{ss,u}^r$  为第  $r$  个 RB 带宽上发射给第  $u$  个用户的空间流数，其中，  $u = 0, 1, \dots, N_u^r - 1$ 。

因此，在这种情况下，第一时域序列的长度  $N$  为一个 RB 包含的子载波数 24。第  $r$  个 RB 的第一频域序列  $\{L_k^r\}, k = -\frac{N_{FFT}}{2}, \dots, \frac{N_{FFT}}{2} - 1$  可表示为

$$\left\{ \left\{ \underbrace{0, \dots, 0}_{8+r \times 24}, X_0, \dots, X_{23}, \underbrace{0, \dots, 0}_{1+(9-r) \times 24+7} \right\}, 0 \leq r < 5 \right.$$

$$\left. \left\{ \left\{ \underbrace{0, \dots, 0}_{8+r \times 24+1}, X_0, \dots, X_{23}, \underbrace{0, \dots, 0}_{(9-r) \times 24+7} \right\}, 5 \leq r < 10 \right. \right\}.$$

需要发送的符号数量  $M = \lceil N_{ss} / i_{ss\_max} \rceil, N_{ss} = \max_r \{N_{ss}^r\}$ ， $\lceil \cdot \rceil$  为向上取整函数。换言之，在本实施例中，空间流总数  $N_{ss}$  为每个 RB 上总共发射的空间流总数  $N_{ss}^r$  的最大值。

根据信道的空间流总数  $N_{ss}$  和第  $r$  个 RB 上的总空间流数  $N_{ss}^r$ ，以及空间流的编号，在表四所示的参数配置表中确定出每个 RB 上的每个空间流对应的循环移位参数  $v_{i_{ss}}^r$  和正交映射矩阵  $P_{i_{ss}}^r(m)$ 。其中， $i_{ss}^r$  表示第  $r$  个 RB 上的第  $i_{ss}$  个空间流的循环移位参数。  $P_{i_{ss}}^r(m)$  表示第  $r$  个 RB 上的第  $i_{ss}$  个空间流的正交映射矩阵。

$N_{ss}$	$N_{ss}^r$	$M$	$i_{ss}^r$	$v_{i_{ss}}^r$	$P_{i_{ss}}^r(0)$	$P_{i_{ss}}^r(1)$
1	1	1	0	0	1	/
2	1	1	0	0	1	/
	2	1	0	0	1	/
		1	1	2	1	/
3	1	1	0	0	1	/
	2	1	0	0	1	/
		1	1	2	1	/
	3	1	0	0	1	/
		1	1	1	1	/
		1	2	2	1	/
4	1	1	0	0	1	/

	2	1	0	0	1	/
		1	1	2	1	/
	3	1	0	0	1	/
		1	1	1	1	/
		1	2	2	1	/
	4	1	0	0	1	/
		1	1	1	1	/
		1	2	2	1	/
		1	3	3	1	/
5	1	2	0	0	1	1
	2	2	0	0	1	1
		2	1	2	1	1
	3	2	0	0	1	1
		2	1	1	1	1
		2	2	2	1	1
	4	2	0	0	1	1
		2	1	1	1	1
		2	2	2	1	1
		2	3	3	1	1
	5	2	0	0	1	-1
		2	1	1	1	-1
		2	2	2	1	-1
		2	3	3	1	-1
		2	4	0	1	1
6	1	2	0	0	1	1
	2	2	0	0	1	1
		2	1	2	1	1
	3	2	0	0	1	1
		2	1	1	1	1
		2	2	2	1	1
	4	2	0	0	1	1
		2	1	1	1	1
		2	2	2	1	1
		2	3	3	1	1
	5	2	0	0	1	-1
		2	1	1	1	-1
		2	2	2	1	-1
		2	3	3	1	-1
		2	4	0	1	1
	6	2	0	0	1	-1
		2	1	1	1	-1
		2	2	2	1	-1
		2	3	3	1	-1



		2	4	0	1	1
		2	5	1	1	1
7	1	2	0	0	1	1
	2	2	0	0	1	1
		2	1	2	1	1
	3	2	0	0	1	1
		2	1	1	1	1
		2	2	2	1	1
	4	2	0	0	1	1
		2	1	1	1	1
		2	2	2	1	1
		2	3	3	1	1
	5	2	0	0	1	-1
		2	1	1	1	-1
		2	2	2	1	-1
		2	3	3	1	-1
		2	4	0	1	1
	6	2	0	0	1	-1
		2	1	1	1	-1
		2	2	2	1	-1
		2	3	3	1	-1
		2	4	0	1	1
		2	5	1	1	1
	7	2	0	0	1	-1
		2	1	1	1	-1
		2	2	2	1	-1
		2	3	3	1	-1
		2	4	0	1	1
		2	5	1	1	1
		2	6	2	1	1
8	1	2	0	0	1	1
	2	2	0	0	1	1
		2	1	2	1	1
	3	2	0	0	1	1
		2	1	1	1	1
		2	2	2	1	1
	4	2	0	0	1	1
		2	1	1	1	1
		2	2	2	1	1
		2	3	3	1	1
	5	2	0	0	1	-1
		2	1	1	1	-1
		2	2	2	1	-1

		2	3	3	1	-1
		2	4	0	1	1
	6	2	0	0	1	-1
		2	1	1	1	-1
		2	2	2	1	-1
		2	3	3	1	-1
		2	4	0	1	1
		2	5	1	1	1
	7	2	0	0	1	-1
		2	1	1	1	-1
		2	2	2	1	-1
		2	3	3	1	-1
		2	4	0	1	1
		2	5	1	1	1
		2	6	2	1	1
	8	2	0	0	1	-1
		2	1	1	1	-1
		2	2	2	1	-1
		2	3	3	1	-1
		2	4	0	1	1
		2	5	1	1	1
		2	6	2	1	1
		2	7	3	1	1

表四

首先根据第一频域序列  $\{L_k^r\}$ 、最大空间流数  $i_{ss\_max}$ 、循环移位参数  $v_{i_{ss}}^r$  和正交映射矩阵  $P_{i_{ss}}^r(m)$  获得第  $r$  个 RB 上的每个空间流的第二频域序列。

其中，第  $r$  个 RB 上的第  $i_{ss}$  个空间流对应的第二频域序列  $L_{k,m}^{i_{ss}^r}$  可表示为

$$L_{k,m}^{i_{ss}^r} = L_k^r \exp\left(j2\pi \frac{v_{i_{ss}}^r}{i_{ss\_max}} k\right) P_{i_{ss}}^r(m), k = -\frac{N_{FFT}}{2}, \dots, \frac{N_{FFT}}{2} - 1, m = 0, 1, \dots, M - 1$$

，其中， $i_{ss}^r = \begin{cases} l & u = 0, l = 0, 1, \dots, N_{ss,0}^r - 1 \\ \sum_{u'=0}^{u-1} N_{ss,u'}^r + l & u = 1, \dots, N_u^r - 1, l = 0, 1, \dots, N_{ss,u}^r - 1 \end{cases}$ 。

然后，通过对第二频域序列进行反傅里叶变换，得到每个空间流对应的第二时域序列。例如，对第  $r$  个 RB 上的第  $i_{ss}$  个空间流对应的第二频域序列

$L_{k,m}^{i_{ss}^r}$  进行反傅里叶变换, 得到第  $r$  个 RB 上的第  $i_{ss}$  个空间流对应的第二时域序列  $l_{n,m}^{i_{ss}^r} = IDFT \left[ L_{k,m}^{i_{ss}^r} \right], n = 0, 1, \dots, N_{FFT} - 1$ 。

最后, 通过将每个 RB 上的每个空间流对应的第二时域序列求和, 得到 LTF。

例如, 实际由 AP 发送的 LTF 可表示为  $l_{n,m} = \sum_{r=0}^9 \sum_{i_{ss}=0}^{N_{ss}^r-1} l_{n,m}^{i_{ss}^r}$ , 其中,  $l_{n,m}$

表示 LTF。

对应的, 下面以第  $r$  个 RB 的第  $u$  个用户为例说明接收端信道估计的实施过程, 接收端例如是站点。

与第一例不同的是, 长度  $N$  为一个 RB 包含的子载波数, 即为 24。

根据指示信息确定符号数量  $M$  及分配给第  $r$  个 RB 的第  $u$  个用户的空间流。

根据空间流总数  $N_{ss}$  和第  $r$  个 RB 上的总空间流数  $N_{ss}^r$ , 及空间流的编号  $i_{ss}^r$ , 在如表四所示的参数配置表中确定出该空间流  $i_{ss}^r$  对应的循环移位参数  $v_{i_{ss}^r}^r$  和正交映射矩阵  $P_{i_{ss}^r}^r(m)$ 。

根据循环移位参数  $v_{i_{ss}^r}^r$  和最大空间流数  $i_{ss\_max}$ , 以及长度  $N$  确定窗函数, 本实施例中确定的例如是矩形窗函数  $w_t$ , 窗函数如下:

$$w_t^{i_{ss}^r} = \begin{cases} 1 & \frac{v_{i_{ss}^r}^r N}{i_{ss\_max}} \leq t < \frac{(v_{i_{ss}^r}^r + 1)N}{i_{ss\_max}} \\ 0 & 0 \leq t < \frac{v_{i_{ss}^r}^r N}{i_{ss\_max}}, \frac{(v_{i_{ss}^r}^r + 1)N}{i_{ss\_max}} \leq t < N \end{cases}$$

根据第  $r$  个 RB 的第  $u$  个用户的空间流的编号  $i_{ss}^r$  和正交映射矩阵  $P_{i_{ss}^r}^r(m)$

对接收到的 LTF  $\{y_m\}$  进行合并, 得到合并的 LTF 为  $y^{i_{ss}^r} = \sum_{m=0}^{M-1} y_m P_{i_{ss}}^r(m)$ 。

对合并后的 LTF  $y^{i_{ss}^r}$  进行处理, 获得第二估计时域序列。具体来说, 对  $y^{i_{ss}^r}$  符号去 CP 处理, 获得第二估计时域序列。

然后对第二估计时域序列进行  $N_{FFT}$  点傅里叶变换, 获得第一估计频域序列  $Y^{i_{ss}^r}$ ,  $Y^{i_{ss}^r} = DFT[y^{i_{ss}^r}]$ 。

接下来从第一估计频域序列  $Y^{i_{ss}^r}$  提取出与接收端对应的连续可用子载波的位置和数量相对应的至少一个第二估计频域序列。例如, 提取出的第二估计频域序列为

$$\{Y_{k_1}^{i_{ss}^r}\}, k_1 = \begin{cases} \{8+r \times 24 - 128, \dots, 8+r \times 24 + 23 - 128\}, 0 \leq r < 5 \\ \{8+r \times 24 + 1 - 128, \dots, 8+r \times 24 + 24 - 128\}, 5 \leq r < 10 \end{cases}$$

接下来第二估计频域序列  $\{Y_{k_1}^{i_{ss}^r}\}$  进行  $N$  点反傅里叶变换, 获得第三估计时域序列  $y_{n_1}^{i_{ss}^r}$ , 其中,  $y_{n_1}^{i_{ss}^r} = IDFT[Y_{k_1}^{i_{ss}^r}]$ ,  $n_1 = 0, 1, \dots, N-1$ 。

然后利用前述确定出的窗函数对第三估计时域序列  $y_{n_1}^{i_{ss}^r}$  和第一时域序列  $\{x_n\}$  进行处理, 获得第四估计时域序列。具体来说, 第四估计时域序列可表示为

$$h_{t_1}^{i_{ss}^r} = w_{t_1}^{i_{ss}^r} \sum_{n_1=0}^{N-1} y_{n_1}^{i_{ss}^r} x_{n_1-t_1}$$

其中, 等式左边表示第四估计时域序列。等式右边表示运算公式, 第三估计时域序列和第一时域序列之间是互相关运算, 然后再利用窗函数进行加窗运算。

接下来通过对第四估计时域序列分别进行  $N$  点傅里叶变换, 获得该空间流对应的频域信道估计值。具体来说, 对  $h_{t_1}^{i_{ss}^r}$  进行  $N$  点傅里叶变换, 用公式可表示为

$$H_{s_1}^{i_{ss}^r} = DFT[h_{t_1}^{i_{ss}^r}], s_1 = 0, 1, \dots, N-1$$

因此, 第  $r$  个 RB 的第  $u$  个用户

的各空间流的频域信道估计值可表示为

$$\left\{ \left\{ \underbrace{0, \dots, 0}_{8+r \times 24}, H_{s_1=0}^{i_{ss}^r}, \dots, H_{s_1=N-1}^{i_{ss}^r}, \underbrace{0, \dots, 0}_{1+r \times 24+7} \right\}, 0 \leq r < 5 \right.$$

$$\left. \left\{ \left\{ \underbrace{0, \dots, 0}_{8+r \times 24+1}, H_{s_1=0}^{i_{ss}^r}, \dots, H_{s_1=N-1}^{i_{ss}^r}, \underbrace{0, \dots, 0}_{r \times 24+7} \right\}, 5 \leq r < 10 \right. \right\}$$

第六例，与第五例不同的是，在本实施例中，发送端例如是站点，所以应用于上行传输，接收端例如是 AP。通常来说，上行数据传输受 AP 调度，AP 会先在下行帧中给出下一次或若干次的上行资源指示。假设上行资源指示中设定本次上行传输第  $r$  个 RB 带宽上总共发射的空间流数为  $N_{ss}^r$ ，其中  $r=0,1,\dots,9$ 。共有  $N_u^r$  个用户共用这个 RB。 $N_{ss,u}^r$  为第  $r$  个 RB 带宽上第  $u$  个用户发射的空间流数， $u=0,1,\dots,N_u^r-1$ 。其余步骤与第五例相同。

关于在接收端进行信道估计的过程，与第四例不同的是，在本实施例中，在步骤 203 中，根据指示信息确定 LTF 数量  $M$  及接收端对应的空间流。接收端对应的空间流具体为第  $r$  个 RB 带宽上每个用户分别发射的空间流  $i_{ss}^r$ 。指示信息具体为从 AP 发送的上行资源指示中获得的。其余步骤与第五例相同。

基于同一发明构思，本申请一实施例中还提供一种发送数据的装置，图 4 所示的发送数据的装置涉及到的术语的含义以及具体实现，可以参考前述图 2 和图 3 以及实施例的相关描述。

请参考图 4 所示，该发送数据的装置包括：处理单元 301，用于对第一时域序列进行傅里叶变换得到第一频域序列；第一时域序列为具有自相关性质的序列；根据系统传输信道的最大多径时延、信道的带宽和子载波数  $N_{FFT}$ ，确定单个符号能够支持的最大空间流数；根据空间流总数，在参数配置表中确定出每个空间流所对应的循环移位参数；循环移位参数表征第一时域序列的时序移位值；根据第一频域序列、最大空间流数和循环移位参数获得长训练字段 LTF；发送单元 302，用于将 LTF 和指示信息发送给各接收端，指示信息

包括分配给各接收端的空间流的编号。

可选的，处理单元301还用于根据空间流总数和最大空间流数确定符号数量。

可选的，处理单元301还用于：根据空间流总数，在参数配置表中确定出每个空间流所对应的正交映射矩阵；根据第一频域序列、最大空间流数、循环移位参数和正交映射矩阵获得LTF。

结合以上各实施例，参数配置表包括在空间流总数下，每个空间流与循环移位参数之间的对应关系。

可选的，处理单元 301 具体用于：根据第一频域序列、最大空间流数、循环移位参数和正交映射矩阵获得每个空间流的第二频域序列；通过对第二频域序列进行反傅里叶变换，得到每个空间流对应的第二时域序列；通过将每个空间流对应的第二时域序列求和，得到 LTF。

结合以上各实施例，处理单元 301 具体用于：用子载波数  $N_{FFT}$  除以带宽，得到正交频分复用 OFDM 符号的离散反傅里叶变换 IDFT 周期；用 IDFT 周期除以最大多径时延得到单个符号能够支持的最大空间流数。

结合以上各实施例，第一时域序列的长度为  $N$ ， $N$  为信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数；第一频域序列的长度为子载波数  $N_{FFT}$ 。

前述图 2 实施例中的发送数据的方法中的各种变化方式和具体实例同样适用于本实施例的发送数据的装置，通过前述对发送数据的方法的详细描述，本领域技术人员可以清楚的知道本实施例中发送数据的装置的实施方法，所以为了说明书的简洁，在此不再详述。

基于同一发明构思，本实施例还提供一种发送端设备，例如为无线局域网接入点或站点，图 5 所示的发送端设备涉及到的术语的含义以及具体实现，可以参考前述图 2 和图 3 以及实施例的相关描述。

请参考图5所示，为本实施例中发送端设备的硬件示意图。该发送端设备

包括：处理器401，用于对第一时域序列进行傅里叶变换得到第一频域序列；第一时域序列为具有自相关性质的序列；根据系统传输信道的最大多径时延、信道的带宽和子载波数  $N_{FFT}$ ，确定单个符号能够支持的最大空间流数；根据空间流总数，在参数配置表中确定出每个空间流所对应的循环移位参数；循环移位参数表征第一时域序列的时序移位值；根据第一频域序列、最大空间流数和循环移位参数获得长训练字段LTF；发送器402，用于将LTF和指示信息发送给各接收端，指示信息包括分配给各接收端的空间流的编号。

可选的，处理器401还用于根据空间流总数和最大空间流数确定符号数量。

可选的，处理器401还用于：根据空间流总数，在参数配置表中确定出每个空间流所对应的正交映射矩阵；根据第一频域序列、最大空间流数、循环移位参数和正交映射矩阵获得LTF。

结合以上各实施例，参数配置表包括在空间流总数下，每个空间流与循环移位参数之间的对应关系。

可选的，处理器 401 具体用于：根据第一频域序列、最大空间流数、循环移位参数和正交映射矩阵获得每个空间流的第二频域序列；通过对第二频域序列进行反傅里叶变换，得到每个空间流对应的第二时域序列；通过将每个空间流对应的第二时域序列求和，得到 LTF。

结合以上各实施例，处理器 401 具体用于：用子载波数  $N_{FFT}$  除以带宽，得到正交频分复用 OFDM 符号的离散反傅里叶变换 IDFT 周期；用 IDFT 周期除以最大多径时延得到单个符号能够支持的最大空间流数。

结合以上各实施例，第一时域序列的长度为  $N$ ， $N$  为信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数；第一频域序列的长度为子载波数  $N_{FFT}$ 。

进一步，在图 5 中，总线架构（用总线 400 来代表），总线 400 可以包括任意数量的互联的总线和桥，总线 400 将包括由处理器 401 代表的一个或多

个处理器和存储器 404 代表的存储器的各种电路链接在一起。总线 400 还可以将诸如外围设备、稳压器和功率管理电路等之类的各种其他电路链接在一起，这些都是本领域所公知的，因此，本文不再对其进行进一步描述。总线接口 405 在总线 400 和接收器 403 和发送器 402 之间提供接口。接收器 403 和发送器 402 可以是同一个元件，即收发机，提供用于在传输介质上与各种其他装置通信的单元。

取决于接收端设备的性质，还可以提供用户接口，例如小键盘、显示器、扬声器、麦克风、操纵杆。

处理器 401 负责管理总线 400 和通常的处理，而存储器 404 可以被用于存储处理器 401 在执行操作时所使用的数据。进一步，参数配置表存储在存储器 404 中。

前述图 2 实施例中的发送数据的方法中的各种变化方式和具体实例同样适用于本实施例的发送端设备，通过前述对发送数据的方法的详细描述，本领域技术人员可以清楚的知道本实施例中发送端设备的实施方法，所以为了说明书的简洁，在此不再详述。

基于同一发明构思，本实施例提供一种信道估计装置，请参考图 6 所示，该信道估计装置包括：接收单元 501，用于接收发送端发送的长训练字段 LTF 和指示信息，指示信息包括分配给接收端的空间流的编号；处理单元 502，用于获得空间流总数和单个符号能够支持的最大空间流数；根据空间流总数及空间流的编号，在参数配置表中确定出空间流对应的循环移位参数；循环移位参数表征第一时域序列的时序移位值；其中，第一时域序列为具有自相关性质的序列；根据循环移位参数、最大空间流数、第一时域序列、第一时域序列的长度  $N$ 、空间流的编号和接收到的 LTF，确定空间流对应的频域信道估计值。

可选的，处理单元 502 还用于：根据空间流总数及空间流的编号，在参数配置表中确定出空间流对应的正交映射矩阵；根据循环移位参数、最大空间流数、第一时域序列、第一时域序列的长度  $N$ 、空间流的编号、正交映射



矩阵和接收到的 LTF，确定空间流对应的频域信道估计值。

可选的，处理单元 502 用于：根据循环移位参数、单个符号能够支持的最大空间流数和第一时域序列的长度  $N$  确定窗函数；根据空间流的编号和正交映射矩阵对接收到的 LTF 进行合并；根据合并后的 LTF，获得第二估计时域序列；通过对第二估计时域序列进行傅里叶变换，获得第一估计频域序列；从第一频域序列提取出与接收端对应的连续可用子载波的位置和数量相对应的至少一个第二估计频域序列；对至少一个第二估计频域序列进行反傅里叶变换，获得至少一个第三估计时域序列；利用窗函数对至少一个第三时域序列和第一时域序列进行处理，获得至少一个第四估计时域序列；通过对至少一个第四估计时域序列分别进行傅里叶变换，获得空间流对应的频域信道估计值。

结合以上各实施例，第一时域序列的长度  $N$  具体为信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数为长度  $N$ 。

结合以上各实施例，参数配置表包括在空间流总数下，每个空间流与循环移位参数之间的对应关系。

前述图 3 实施例中的信道估计方法中的各种变化方式和具体实例同样适用于本实施例的信道估计装置，通过前述对信道估计方法的详细描述，本领域技术人员可以清楚的知道本实施例中信道估计装置的实施方法，所以为了说明书的简洁，在此不再详述。

基于同一发明构思，本实施例提供一种接收端设备，请参考图 7 所示，为本实施例中接收端设备的硬件示意图。该接收端设备包括：接收器 601，用于接收发送端发送的长训练字段 LTF 和指示信息，指示信息包括分配给接收端的空间流的编号；处理器 602，用于获得空间流总数和单个符号能够支持的最大空间流数；根据空间流总数及空间流的编号，在参数配置表中确定出空间流对应的循环移位参数；循环移位参数表征第一时域序列的时序移位值；其中，第一时域序列为具有自相关性质的序列；根据循环移位参数、最大空间流数、第一时域序列、第一时域序列的长度  $N$ 、空间流的编号和接收到的

LTF，确定空间流对应的频域信道估计值。

可选的，处理器 602 还用于：根据空间流总数及空间流的编号，在参数配置表中确定出空间流对应的正交映射矩阵；根据循环移位参数、最大空间流数、第一时域序列、第一时域序列的长度  $N$ 、空间流的编号、正交映射矩阵和接收到的 LTF，确定空间流对应的频域信道估计值。

可选的，处理器 602 用于：根据循环移位参数、单个符号能够支持的最大空间流数和第一时域序列的长度  $N$  确定窗函数；根据空间流的编号和正交映射矩阵对接收到的 LTF 进行合并；根据合并后的 LTF，获得第二估计时域序列；通过对第二估计时域序列进行傅里叶变换，获得第一估计频域序列；从第一频域序列提取出与接收端对应的连续可用子载波的位置和数量相对应的至少一个第二估计频域序列；对至少一个第二估计频域序列进行反傅里叶变换，获得至少一个第三估计时域序列；利用窗函数对至少一个第三时域序列和第一时域序列进行处理，获得至少一个第四估计时域序列；通过对至少一个第四估计时域序列分别进行傅里叶变换，获得空间流对应的频域信道估计值。

结合以上各实施例，第一时域序列的长度  $N$  具体为信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数为长度  $N$ 。

结合以上各实施例，参数配置表包括在空间流总数下，每个空间流与循环移位参数之间的对应关系。

进一步，在图 7 中，总线架构（用总线 600 来代表），总线 600 可以包括任意数量的互联的总线和桥，总线 600 将包括由处理器 602 代表的一个或多个处理器和存储器 604 代表的存储器的各种电路链接在一起。总线 600 还可以将诸如外围设备、稳压器和功率管理电路等之类的各种其他电路链接在一起，这些都是本领域所公知的，因此，本文不再对其进行进一步描述。总线接口 605 在总线 600 和接收器 601 和发送器 603 之间提供接口。接收器 601 和发送器 603 可以是同一个元件，即收发机，提供用于在传输介质上与各种其他装置通信的单元。

取决于接收端设备的性质，还可以提供用户接口，例如小键盘、显示器、扬声器、麦克风、操纵杆。

处理器 602 负责管理总线 600 和通常的处理，而存储器 604 可以被用于存储处理器 602 在执行操作时所使用的数据。例如，参数配置表存储在存储器 604 中。

前述图 3 实施例中的信道估计方法中的各种变化方式和具体实例同样适用于本实施例的接收端设备，通过前述对信道估计方法的详细描述，本领域技术人员可以清楚的知道本实施例中接收端设备的实施方法，所以为了说明书的简洁，在此不再详述。

本申请实施例中提供的一个或多个技术方案，至少具有如下技术效果或优点：

在本申请实施例中，对具有自相关性质的第一时域序列进行傅里叶变换得到第一频域序列；根据信道的最大多径时延、信道的带宽和子载波数，确定单个符号能够支持的最大空间流数；然后根据空间流总数，在参数配置表中确定出每个空间流所对应的循环移位参数，其中，循环移位参数表征第一时域序列的时序移位值；然后根据第一频域序列、最大空间流数和循环移位参数获得 LTF。因此，在本实施例中，采用具备自相关性质的序列作为 LTF 使用的序列，然后通过不同的循环移位参数来区分多空间流场景下每个空间流所使用的符号，至少只要移一位，就可以以此区分两个空间流，所以对于 8 空间流而言，每个空间流最多只要发送 4 个符号。因此，通过本实施例中的方法，每个空间流需发送的符号数少于现有技术中所发送的符号数，即可以实现信道估计，从而降低了系统开销，尤其降低了较多子载波数，较长保护间隔的参数配置下的系统开销。

本领域内的技术人员应明白，本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘

存储器和光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

显然,本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样,倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内,则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

## 权利要求

1、一种发送数据的方法，其特征在于，包括：

对第一时域序列进行傅里叶变换得到第一频域序列；所述第一时域序列为具有自相关性质的序列；

根据系统传输信道的最大多径时延、所述信道的带宽和子载波数  $N_{FFT}$ ，确定单个符号能够支持的最大空间流数；

根据空间流总数，在参数配置表中确定出每个空间流所对应的循环移位参数；所述循环移位参数表征所述第一时域序列的时序移位值；

根据所述第一频域序列、所述最大空间流数和所述循环移位参数获得长训练字段LTF；

将所述 LTF 和指示信息发送给各接收端，所述指示信息包括分配给各接收端的空间流的编号。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述指示信息还包括所述各接收端的符号数据，通过以下步骤获得所述符号数量：

根据所述空间流总数和所述最大空间流数确定所述符号数量。

3、如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

根据所述空间流总数，在所述参数配置表中确定出每个空间流所对应的正交映射矩阵；

根据所述第一频域序列、所述最大空间流数和所述循环移位参数获得长训练字段 LTF，包括：

根据所述第一频域序列、所述最大空间流数、所述循环移位参数和所述正交映射矩阵获得所述 LTF。

4、如权利要求 1-3 任一项所述的方法，其特征在于，所述参数配置表包括在所述空间流总数下，每个空间流与所述循环移位参数之间的对应关系。

5、如权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述根据所述第一频域序列、所述最大空间流数、所述循环移位参数和所述正交映射矩阵获得所述 LTF，

包括:

根据所述第一频域序列、所述最大空间流数、所述循环移位参数和所述正交映射矩阵获得每个空间流的第二频域序列;

通过对所述第二频域序列进行反傅里叶变换,得到所述每个空间流对应的第二时域序列;

通过将所述每个空间流对应的第二时域序列求和,得到所述 LTF。

6、如权利要求 1-5 任一项所述的方法,其特征在于,所述根据所述信道的最大多径时延、所述信道的带宽和子载波数  $N_{FFT}$ ,确定单个符号能够支持的最大空间流数,包括:

用所述子载波数  $N_{FFT}$  除以所述带宽,得到正交频分复用 OFDM 符号的离散反傅里叶变换 IDFT 周期;

用所述 IDFT 周期除以所述最大多径时延得到所述单个符号能够支持的最大空间流数。

7、如权利要求 1-6 任一项所述的方法,其特征在于,所述第一时域序列的长度为  $N$ ,  $N$  为所述信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数;

所述第一频域序列的长度为所述子载波数  $N_{FFT}$ 。

8、一种信道估计方法,其特征在于,包括:

接收发送端发送的长训练字段 LTF 和指示信息,所述指示信息包括分配给接收端的空间流的编号;

获得空间流总数和单个符号能够支持的最大空间流数;

根据所述空间流总数及所述空间流的编号,在参数配置表中确定出所述空间流对应的循环移位参数;所述循环移位参数表征第一时域序列的时序移位值;其中,所述第一时域序列为具有自相关性质的序列;

根据所述循环移位参数、所述最大空间流数、所述第一时域序列、所述第一时域序列的长度  $N$ 、所述空间流的编号和接收到的 LTF,确定所述空间

流对应的频域信道估计值。

9、如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

根据所述空间流总数及所述空间流的编号，在所述参数配置表中确定出所述空间流对应的正交映射矩阵；

根据所述循环移位参数、所述最大空间流数、所述第一时域序列、所述第一时域序列的长度  $N$ 、所述空间流的编号和接收到的 LTF，确定所述空间流对应的频域信道估计值，包括：

根据所述循环移位参数、所述最大空间流数、所述第一时域序列、所述第一时域序列的长度  $N$ 、所述空间流的编号、所述正交映射矩阵和接收到的 LTF，确定所述空间流对应的频域信道估计值。

10、如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述通过根据所述循环移位参数、所述单个符号能够支持的最大空间流数、所述第一时域序列、所述第一时域序列的长度  $N$ 、所述正交映射矩阵和接收到的 LTF，确定所述空间流对应的频域信道估计值，包括：

根据所述循环移位参数、所述单个符号能够支持的最大空间流数和所述第一时域序列的长度  $N$  确定窗函数；

根据所述空间流的编号和所述正交映射矩阵对所述接收到的 LTF 进行合并；

根据合并后的 LTF，获得第二估计时域序列；

通过对所述第二估计时域序列进行傅里叶变换，获得第一估计频域序列；

从所述第一频域序列提取出与接收端对应的连续可用车载波的位置和数量相对应的至少一个第二估计频域序列；

对所述至少一个第二估计频域序列进行反傅里叶变换，获得至少一个第三估计时域序列；

利用所述窗函数对所述至少一个第三时域序列和所述第一时域序列进行处理，获得至少一个第四估计时域序列；

通过对所述至少一个第四估计时域序列分别进行傅里叶变换，获得所述

空间流对应的频域信道估计值。

11、如权利要求 8-10 任一项所述的方法，其特征在于，所述第一时域序列的长度  $N$  具体为所述信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数为所述长度  $N$ 。

12、如权利要求 8-11 任一项所述的方法，其特征在于，所述参数配置表包括在所述空间流总数下，每个空间流与所述循环移位参数之间的对应关系。

13、一种发送数据的装置，其特征在于，包括：

处理单元，用于对第一时域序列进行傅里叶变换得到第一频域序列；所述第一时域序列为具有自相关性质的序列；根据系统传输信道的最大多径时延、所述信道的带宽和子载波数  $N_{FFT}$ ，确定单个符号能够支持的最大空间流数；根据空间流总数，在参数配置表中确定出每个空间流所对应的循环移位参数；所述循环移位参数表征所述第一时域序列的时序移位值；根据所述第一频域序列、所述最大空间流数和所述循环移位参数获得长训练字段LTF；

发送单元，用于将所述LTF和指示信息发送给各接收端，所述指示信息包括分配给各接收端的空间流的编号。

14、如权利要求13所述的装置，其特征在于，所述处理单元还用于根据所述空间流总数和所述最大空间流数确定所述符号数量。

15、如权利要求13或14所述的装置，其特征在于，所述处理单元还用于：根据所述空间流总数，在所述参数配置表中确定出每个空间流所对应的正交映射矩阵；根据所述第一频域序列、所述最大空间流数、所述循环移位参数和所述正交映射矩阵获得所述LTF。

16、如权利要求13-15任一项所述的装置，其特征在于，所述参数配置表包括在所述空间流总数下，每个空间流与所述循环移位参数之间的对应关系。

17、如权利要求 16 所述的装置，其特征在于，所述处理单元具体用于：根据所述第一频域序列、所述最大空间流数、所述循环移位参数和所述正交映射矩阵获得每个空间流的第二频域序列；通过对所述第二频域序列进行反



傅里叶变换，得到所述每个空间流对应的第二时域序列；通过将所述每个空间流对应的第二时域序列求和，得到所述 LTF。

18、如权利要求 13-17 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理单元具体用于：用所述子载波数  $N_{FFT}$  除以所述带宽，得到正交频分复用 OFDM 符号的离散反傅里叶变换 IDFT 周期；用所述 IDFT 周期除以所述最大多径时延得到所述单个符号能够支持的最大空间流数。

19、如权利要求 13-18 任一项所述的装置，其特征在于，所述第一时域序列的长度为  $N$ ， $N$  为所述信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数；所述第一频域序列的长度为所述子载波数  $N_{FFT}$ 。

20、一种信道估计装置，其特征在于，包括：

接收单元，用于接收发送端发送的长训练字段 LTF 和指示信息，所述指示信息包括分配给接收端的空间流的编号；

处理单元，用于获得空间流总数和单个符号能够支持的最大空间流数；根据所述空间流总数及所述空间流的编号，在参数配置表中确定出所述空间流对应的循环移位参数；所述循环移位参数表征第一时域序列的时序移位值；其中，所述第一时域序列为具有自相关性质的序列；根据所述循环移位参数、所述最大空间流数、所述第一时域序列、所述第一时域序列的长度  $N$ 、所述空间流的编号和接收到的 LTF，确定所述空间流对应的频域信道估计值。

21、如权利要求 20 所述的装置，其特征在于，所述处理单元还用于：根据所述空间流总数及所述空间流的编号，在所述参数配置表中确定出所述空间流对应的正交映射矩阵；根据所述循环移位参数、所述最大空间流数、所述第一时域序列、所述第一时域序列的长度  $N$ 、所述空间流的编号、所述正交映射矩阵和接收到的 LTF，确定所述空间流对应的频域信道估计值。

22、如权利要求 21 所述的装置，其特征在于，所述处理单元用于：根据所述循环移位参数、所述单个符号能够支持的最大空间流数和所述第一时域序列的长度  $N$  确定窗函数；根据所述空间流的编号和所述正交映射矩阵对所

述接收到的 LTF 进行合并；根据合并后的 LTF，获得第二估计时域序列；通过对所述第二估计时域序列进行傅里叶变换，获得第一估计频域序列；从所述第一频域序列提取出与接收端对应的连续可用子载波的位置和数量相对应的至少一个第二估计频域序列；对所述至少一个第二估计频域序列进行反傅里叶变换，获得至少一个第三估计时域序列；利用所述窗函数对所述至少一个第三时域序列和所述第一时域序列进行处理，获得至少一个第四估计时域序列；通过对所述至少一个第四估计时域序列分别进行傅里叶变换，获得所述空间流对应的频域信道估计值。

23、如权利要求 20-22 任一项所述的装置，其特征在于，所述第一时域序列的长度  $N$  具体为所述信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数为所述长度  $N$ 。

24、如权利要求 20-23 任一项所述的装置，其特征在于，所述参数配置表包括在所述空间流总数下，每个空间流与所述循环移位参数之间的对应关系。

25、一种发送端设备，其特征在于，包括：

处理器，用于对第一时域序列进行傅里叶变换得到第一频域序列；所述第一时域序列为具有自相关性质的序列；根据系统传输信道的最大多径时延、所述信道的带宽和子载波数  $N_{FFT}$ ，确定单个符号能够支持的最大空间流数；根据空间流总数，在参数配置表中确定出每个空间流所对应的循环移位参数；所述循环移位参数表征所述第一时域序列的时序移位值；根据所述第一频域序列、所述最大空间流数和所述循环移位参数获得长训练字段 LTF；

发送器，用于将所述 LTF 和指示信息发送给各接收端，所述指示信息包括分配给各接收端的空间流的编号。

26、如权利要求 25 所述的设备，其特征在于，所述处理器还用于根据所述空间流总数和所述最大空间流数确定所述符号数量。

27、如权利要求 25 或 26 所述的设备，其特征在于，所述处理器还用于：根据所述空间流总数，在所述参数配置表中确定出每个空间流所对应的正交

映射矩阵；根据所述第一频域序列、所述最大空间流数、所述循环移位参数和所述正交映射矩阵获得所述LTF。

28、如权利要求25-27任一项所述的设备，其特征在于，所述参数配置表包括在所述空间流总数下，每个空间流与所述循环移位参数之间的对应关系。

29、如权利要求28所述的设备，其特征在于，所述处理器具体用于：根据所述第一频域序列、所述最大空间流数、所述循环移位参数和所述正交映射矩阵获得每个空间流的第二频域序列；通过对所述第二频域序列进行反傅里叶变换，得到所述每个空间流对应的第二时域序列；通过将所述每个空间流对应的第二时域序列求和，得到所述LTF。

30、如权利要求25-29任一项所述的设备，其特征在于，所述处理器具体用于：用所述子载波数 $N_{FFT}$ 除以所述带宽，得到正交频分复用OFDM符号的离散反傅里叶变换IDFT周期；用所述IDFT周期除以所述最大多径时延得到所述单个符号能够支持的最大空间流数。

31、如权利要求25-30任一项所述的设备，其特征在于，所述第一时域序列的长度为 $N$ ， $N$ 为所述信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数；所述第一频域序列的长度为所述子载波数 $N_{FFT}$ 。

32、如权利要求25-31任一项所述的设备，其特征在于，所述发送端设备为无线局域网接入点或站点。

33、一种接收端设备，其特征在于，包括：

接收器，用于接收发送端发送的长训练字段LTF和指示信息，所述指示信息包括分配给接收端的空间流的编号；

处理器，用于获得空间流总数和单个符号能够支持的最大空间流数；根据所述空间流总数及所述空间流的编号，在参数配置表中确定出所述空间流对应的循环移位参数；所述循环移位参数表征第一时域序列的时序移位值；其中，所述第一时域序列为具有自相关性质的序列；根据所述循环移位参数、所述最大空间流数、所述第一时域序列、所述第一时域序列的长度 $N$ 、所述

空间流的编号和接收到的 LTF，确定所述空间流对应的频域信道估计值。

34、如权利要求 33 所述的设备，其特征在于，所述处理器还用于：根据所述空间流总数及所述空间流的编号，在所述参数配置表中确定出所述空间流对应的正交映射矩阵；根据所述循环移位参数、所述最大空间流数、所述第一时域序列、所述第一时域序列的长度  $N$ 、所述空间流的编号、所述正交映射矩阵和接收到的 LTF，确定所述空间流对应的频域信道估计值。

35、如权利要求 34 所述的设备，其特征在于，所述处理器用于：根据所述循环移位参数、所述单个符号能够支持的最大空间流数和所述第一时域序列的长度  $N$  确定窗函数；根据所述空间流的编号和所述正交映射矩阵对所述接收到的 LTF 进行合并；根据合并后的 LTF，获得第二估计时域序列；通过对所述第二估计时域序列进行傅里叶变换，获得第一估计频域序列；从所述第一频域序列提取出与接收端对应的连续可用子载波的位置和数量相对应的至少一个第二估计频域序列；对所述至少一个第二估计频域序列进行反傅里叶变换，获得至少一个第三估计时域序列；利用所述窗函数对所述至少一个第三时域序列和所述第一时域序列进行处理，获得至少一个第四估计时域序列；通过对所述至少一个第四估计时域序列分别进行傅里叶变换，获得所述空间流对应的频域信道估计值。

36、如权利要求 33-35 任一项所述的设备，其特征在于，所述第一时域序列的长度  $N$  具体为所述信道的连续可用子载波数或一个资源块所包含的子载波数为所述长度  $N$ 。

37、如权利要求 33-36 任一项所述的设备，其特征在于，所述参数配置表包括在所述空间流总数下，每个空间流与所述循环移位参数之间的对应关系。

38、如权利要求 33-37 任一项所述的设备，其特征在于，所述接收端设备为站点或无线局域网接入点。

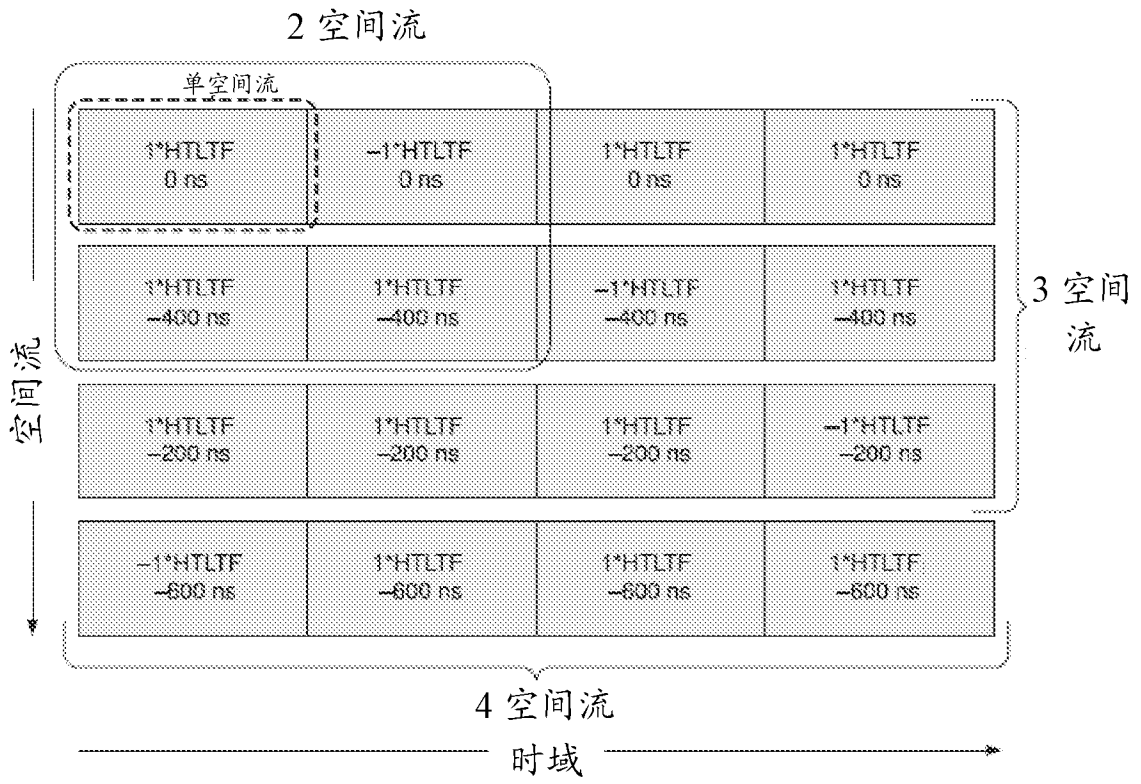


图 1

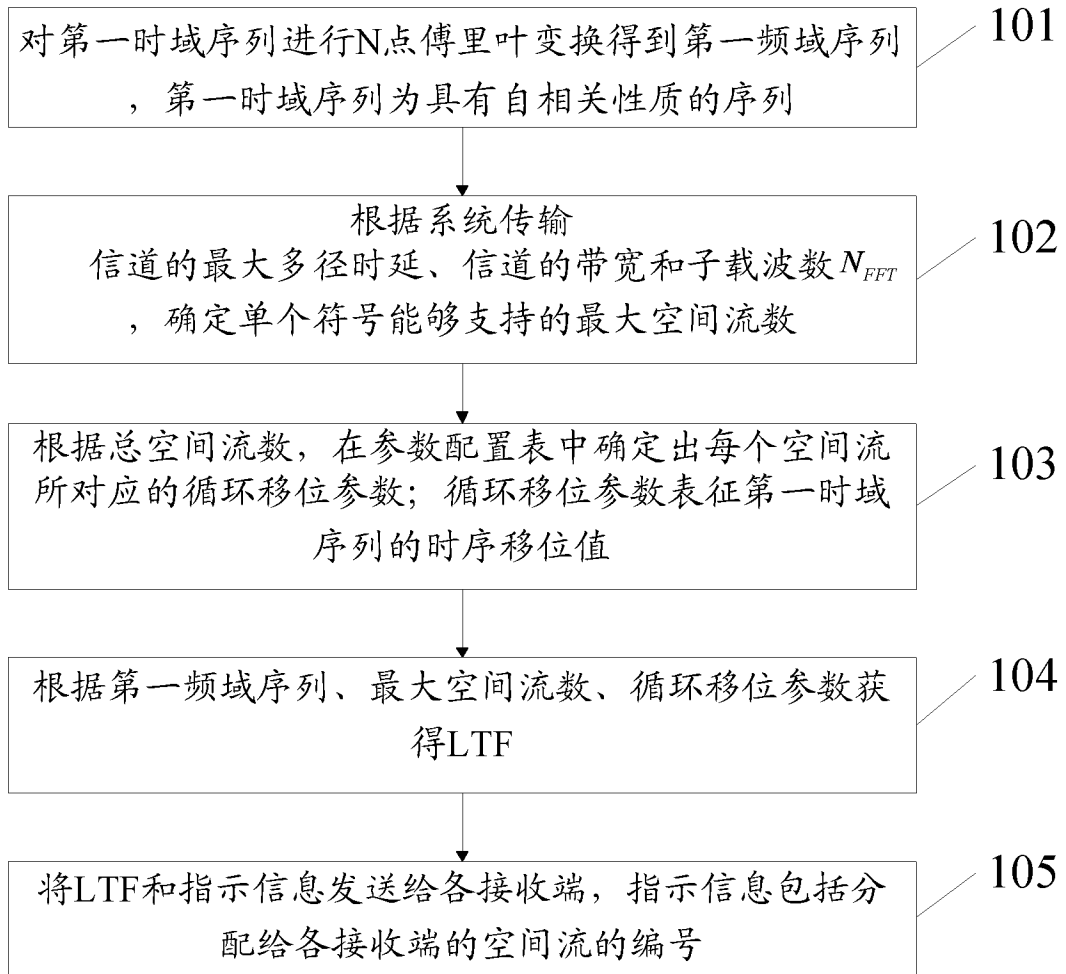


图 2

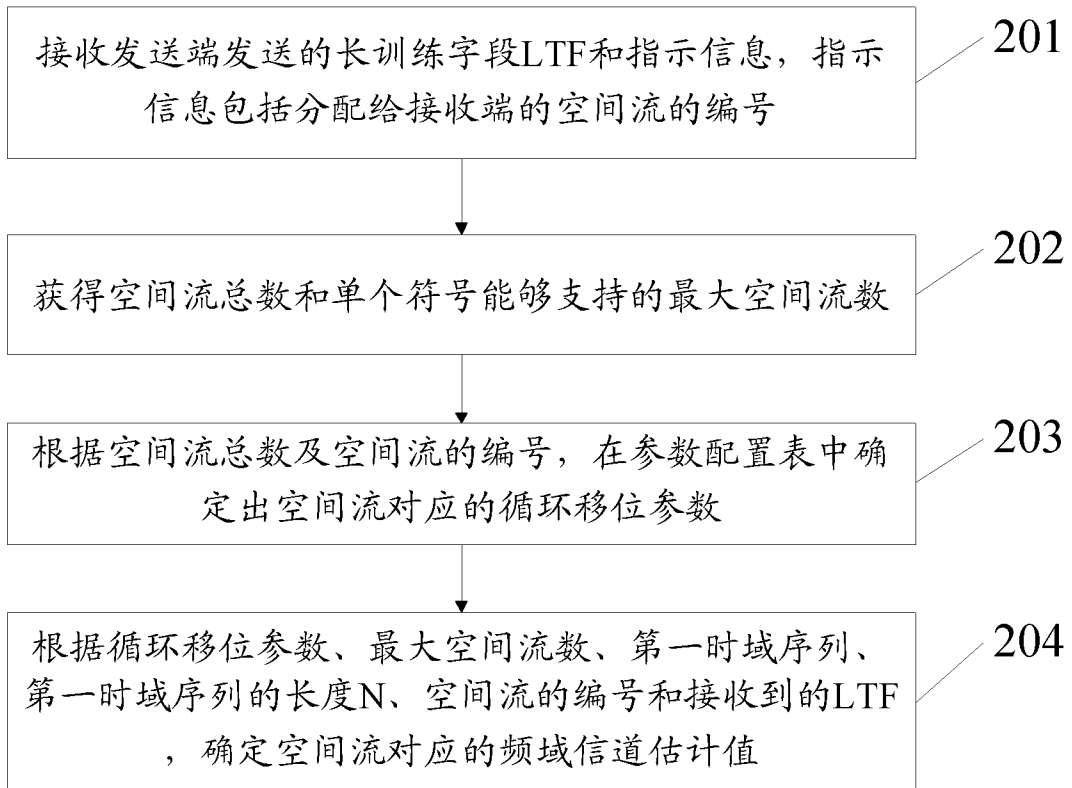


图 3

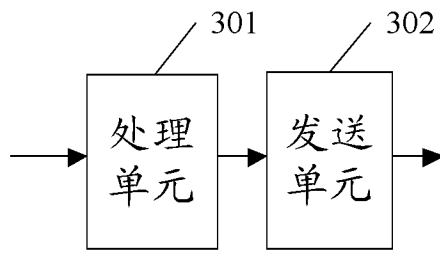


图 4

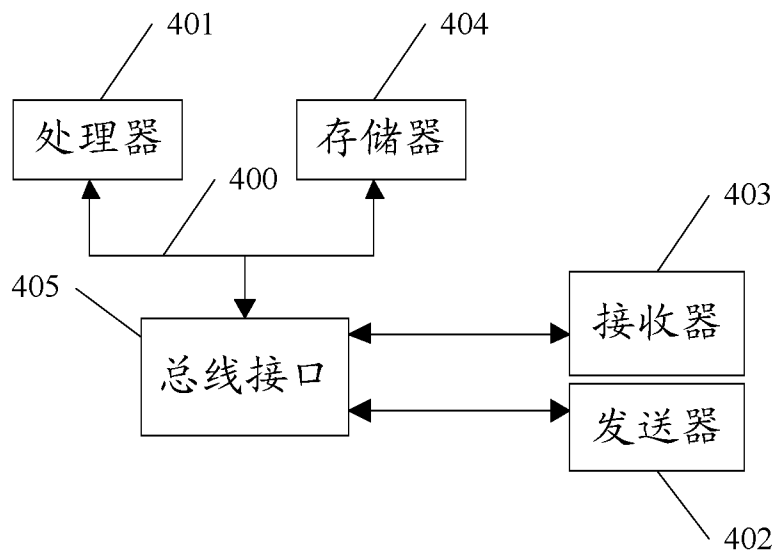


图 5



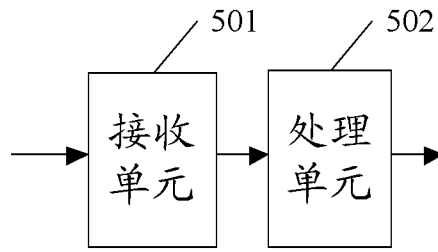


图 6

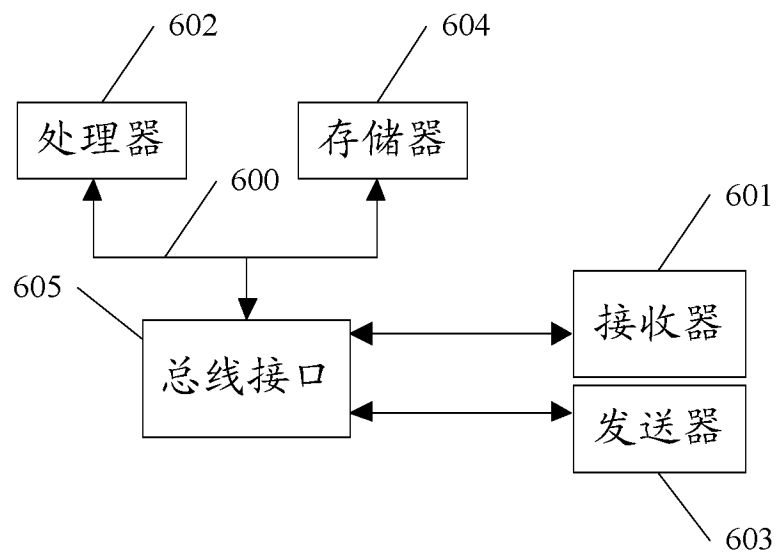


图 7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/085635

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 1/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L; H04B; H04Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: time domain, frequency domain, fourier, sequence, autocorrelation, multipath time delay, bandwidth, sub-carrier, cyclic prefix, CP, long training field, LTF

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102027724 A (MOTOROLA INC.) 20 April 2011 (20.04.2011) description, paragraph [0048] and figure 7	1-38
A	CN 103138870 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO LTD) 05 June 2013 (05.06.2013) the whole document	1-38
A	CN 101277289 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO LTD) 01 October 2008 (01.10.2008) the whole document	1-38
A	WO 2012112973 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 23 August 2012 (23.08.2012) the whole document	1-38

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search  
30 March 2015

Date of mailing of the international search report  
01 June 2015

Name and mailing address of the ISA  
State Intellectual Property Office of the P. R. China  
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao  
Haidian District, Beijing 100088, China  
Facsimile No. (86-10) 62019451

Authorized officer  
  
LI, Ping  
  
Telephone No. (86-10) 62413313

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2014/085635

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102027724 A	20 April 2011	EP 2107707 A1	07 October 2009
		WO 2009123861 A1	08 October 2009
		KR 20100139119 A	31 December 2010
		US 2011026639 A1	03 February 2011
CN 103138870 A	05 June 2013	None	
CN 101277289 A	01 October 2008	None	
WO 2012112973 A1	23 August 2012	US 2012238226 A1	20 September 2012
		WO 2012112972 A1	23 August 2012
		US 2012213214 A1	23 August 2012

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/085635

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04L 1/02(2006.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																	
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H04L; H04B; H04Q</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 时域, 频域, 傅里叶, 序列, 自相关, 多径时延, 带宽, 子载波, 循环移位, 长训练字段, time domain, frequency domain, fourier, sequence, autocorrelation, multipath time daley, bandwidth, sub-carrier, cyclic prefix, CP, long training field, LTF</p>																	
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 102027724 A (通用仪表公司) 2011年 4月 20日 (2011 - 04 - 20) 说明书第48段、附图7</td> <td>1-38</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103138870 A (华为技术有限公司) 2013年 6月 5日 (2013 - 06 - 05) 全文</td> <td>1-38</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101277289 A (华为技术有限公司) 2008年 10月 1日 (2008 - 10 - 01) 全文</td> <td>1-38</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2012112973 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2012年 8月 23日 (2012 - 08 - 23) 全文</td> <td>1-38</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 102027724 A (通用仪表公司) 2011年 4月 20日 (2011 - 04 - 20) 说明书第48段、附图7	1-38	A	CN 103138870 A (华为技术有限公司) 2013年 6月 5日 (2013 - 06 - 05) 全文	1-38	A	CN 101277289 A (华为技术有限公司) 2008年 10月 1日 (2008 - 10 - 01) 全文	1-38	A	WO 2012112973 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2012年 8月 23日 (2012 - 08 - 23) 全文	1-38
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
A	CN 102027724 A (通用仪表公司) 2011年 4月 20日 (2011 - 04 - 20) 说明书第48段、附图7	1-38															
A	CN 103138870 A (华为技术有限公司) 2013年 6月 5日 (2013 - 06 - 05) 全文	1-38															
A	CN 101277289 A (华为技术有限公司) 2008年 10月 1日 (2008 - 10 - 01) 全文	1-38															
A	WO 2012112973 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2012年 8月 23日 (2012 - 08 - 23) 全文	1-38															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2015年 3月 30日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2015年 6月 1日</p>																
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>	<p>受权官员</p> <p>李萍</p> <p>电话号码 (86-10)010-62413313</p>																

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/085635

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	102027724	A	2011年 4月 20日	EP	2107707	A1	2009年 10月 7日
				WO	2009123861	A1	2009年 10月 8日
				KR	20100139119	A	2010年 12月 31日
				US	2011026639	A1	2011年 2月 3日
CN	103138870	A	2013年 6月 5日	无			
CN	101277289	A	2008年 10月 1日	无			
WO	2012112973	A1	2012年 8月 23日	US	2012238226	A1	2012年 9月 20日
				WO	2012112972	A1	2012年 8月 23日
				US	2012213214	A1	2012年 8月 23日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)