

(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
2020 年 12 月 3 日 (03.12.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/238573 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 27/26 (2006.01) **H04L 23/02** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/088919

(22) 国际申请日: 2020 年 5 月 7 日 (07.05.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910446399.9 2019年5月27日 (27.05.2019) CN

(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: 马千里 (MA, Qianli); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong

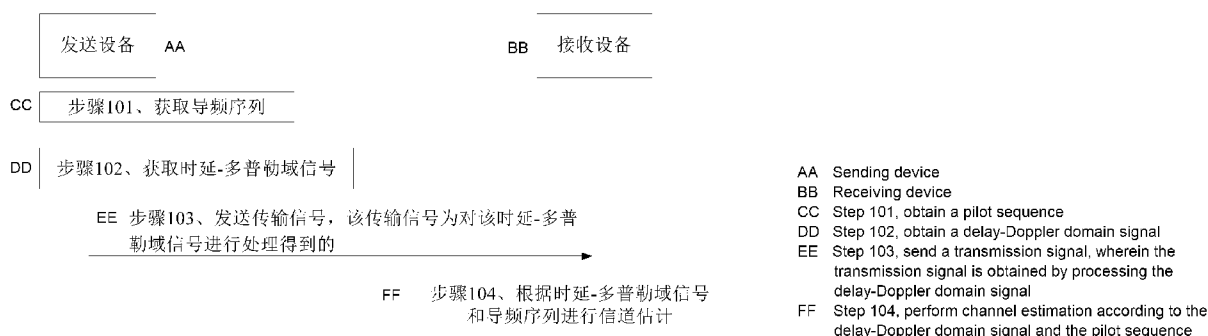
518129 (CN)。 陈磊 (CHEN, Lei); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 北京同立钧成知识产权代理有限公司 (LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM); 中国北京市海淀区西直门北大街32号枫蓝国际A座8F-6, Beijing 100082 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,

(54) Title: SIGNAL PROCESSING METHOD AND APPARATUS

(54) 发明名称: 信号处理方法及装置



(57) Abstract: Embodiments of the present application provide a signal processing method and apparatus. The signal processing method according to the present application comprises: a sending device obtains a pilot sequence; the sending device maps the pilot sequence to a pilot area of a delay-Doppler domain, maps a cyclic prefix of the pilot sequence to a guard interval of the delay-Doppler domain, maps a data signal to a data area of the delay-Doppler domain, and obtains a delay-Doppler domain signal, wherein the pilot sequence is located in all rows of the pilot area; the sending device sends a transmission signal to a receiving device, wherein the transmission signal is obtained by processing the delay-Doppler domain signal. The embodiments of the present application can reduce the peak-to-average ratio in a communication process and the signal distortion, and improve the communication quality.

(57) 摘要: 本申请实施例提供一种信号处理方法及装置。本申请的信号处理方法, 包括: 发送设备获取导频序列; 发送设备将导频序列映射至时延-多普勒域的导频区域, 将导频序列的循环前缀映射至时延-多普勒域的保护间隔, 将数据信号映射至时延-多普勒域的数据区域, 获取时延-多普勒域信号, 其中, 所述导频序列位于所述导频区域的所有行; 发送设备向接收设备发送传输信号, 传输信号为对时延-多普勒域信号进行处理得到的。本申请实施例可以降低通信过程中的峰均值比, 减小信号失真, 提升通信质量。

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, 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)。

根据细则4.17的声明:

- 关于申请人有权要求在先申请的优先权 (细则
4.17(iii))

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

信号处理方法及装置

本申请要求于 2019 年 5 月 27 日提交中国专利局、申请号为 201910446399.9、申请名称为“信号处理方法及装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请实施例涉及通信技术，尤其涉及一种信号处理方法及装置。

背景技术

正交时频空间（Orthogonal Time Frequency & Space, OTFS）技术是一种新的二维调制技术，其最主要的技术特征在于将信号（例如：星座符号）放置在新创立的时延-多普勒域上，并通过二维对偶傅里叶变换与传统的时域-频域进行等效变换，最终形成常见的码分多址（code division multiple access, CDMA）、时分多址（time division multiple access, TDMA）或者频分多址（frequency division multiple access, FDMA）波形进行传输。OTFS 技术由于其新扩展的多普勒域而特别适用于高速移动的场景。例如：车速 120km/h 的高速公路场景，或者车速 500km/h 的高铁场景等等。

发送设备可以对数据信息和导频信息进行时延-多普勒域信号映射，将数据信息和导频信息映射至时延-多普勒域，再进行 OTFS 编码操作，将时延-多普勒域的信号映射至时-频域，之后进行维度变化处理、生成基带波形处理流程，最后，将调制好的波形经过功率放大器发送给接收设备。即 OTFS 技术将数字信号处理搬移到时延-多普勒域上进行。时延-多普勒域是时-频域的一个二维正交映射。通过二维正交映射，时-频域变化的信道在时延-多普勒域进行了能量平均化。因此，时延-多普勒域的等效信道和时-频域的信道相比，具有稳定性、时延-多普勒信息可分辨性以及正交性。

然而，发送设备在对数据信息和导频信息进行时延-多普勒域信号映射、OTFS 编码操作获取时域信号后，该时域信号会存在很高的冲击，从而造成过高的峰均值比，引起信号失真。

发明内容

本申请实施例提供一种信号处理方法及装置，以降低通信过程中的峰均值比，减小信号失真，提升通信质量。

第一方面，本申请实施例提供一种信号处理方法，该方法可以包括：发送设备获取导频序列，发送设备将导频序列映射至时延-多普勒域的导频区域，将导频序列的循环前缀映射至时延-多普勒域的保护间隔，将数据信号映射至时延-多普勒域的数据区域，获取时延-多普勒域信号，其中，导频序列位于导频区域的所有行，发送设备向接收设备发送传输信号，传输信号为对时延-多普勒域信号进行处理得到的。

本实现方式，发送设备将导频序列映射至时延-多普勒域的导频区域的所有行，使得导频序列的能量分散在整个导频区域的时延域上，可以避免时延-多普勒域信号经过 OTFS

编码操作后存在能量较高的冲击信号，可以降低发送设备与接收设备通信过程中的峰均值比，减小信号失真，提升通信质量。

在一种可能的设计中，保护间隔与导频区域的最后 L 行相同； L 大于或者等于 1。

5 可选的，时延-多普勒域包括 $N \times M$ 个资源单元，其中，导频区域可以包括 $k \times m$ 个资源单元，该保护间隔与该导频区域的最后 L 行 m 列相同。

在一种可能的设计中，导频序列位于导频区域的相同列或不同列。

可选的，该导频序列可以包括 $k \times n$ 个元素， n 取 2 至 m 任意一个数值，导频区域中承载该 $k \times n$ 个元素的资源单元位于该导频区域的相邻或不相邻的 n 列中。

10 在一种可能的设计中，导频序列位于导频区域的相邻或不相邻的 n 列中，所述 n 大于 1。

在一种可能的设计中，时延-多普勒域还可以包括保护区域，保护区域位于导频区域与数据区域之间，保护区域映射的信号为 0。

本实现方式中，通过保护区域将导频区域和数据区域分隔开，以避免导频区域的导频序列经历信道之后泄露到数据区域中，消除数据信号中导频序列泄露的干扰。

15 在一种可能的设计中，对于上行传输，该方法还可以包括：发送设备接收如下至少一种信息：第一指示信息，该第一指示信息用于指示导频区域在时延-多普勒域中的位置；第二指示信息，该第二指示信息用于指示承载导频序列的资源单元的位置；第三指示信息，该第三指示信息用于指示导频序列；或者，第四指示信息，该第四指示信息用于指示保护区域在时延-多普勒域中的位置。

20 本实现方式中，通过上述至少一种指示信息可以灵活动态的指示导频区域在时延-多普勒域中的位置、承载导频序列的资源单元的位置、导频序列、保护区域在时延-多普勒域中的位置中的一项或者多项。

在一种可能的设计中，对于下行传输，该方法还可以包括：发送设备发送如下至少一种信息：第一指示信息，该第一指示信息用于指示导频区域在时延-多普勒域中的位置；25 第二指示信息，该第二指示信息用于指示承载导频序列的资源单元的位置；第三指示信息，该第三指示信息用于指示该导频序列；或者，第四指示信息，该第四指示信息用于指示保护区域在时延-多普勒域中的位置。

30 第二方面，本申请实施例提供一种信号处理方法，该方法可以包括：收设备接收发送设备发送的传输信号，该传输信号是由时延-多普勒域信号进行处理得到的，该时延-多普勒域信号包括：映射导频序列的导频区域，映射该导频序列的循环前缀的保护间隔，和映射数据信号的数据区域，该导频序列位于所述导频区域的所有行；接收设备根据时延-多普勒域信号和导频序列进行信道估计。

在一种可能的设计中，保护间隔与导频区域的最后 L 行相同； L 大于或者等于 1。

在一种可能的设计中，导频序列位于导频区域的相同列或不同列。

35 在一种可能的设计中，导频序列位于导频区域的相邻或不相邻的 n 列中， n 大于 1。

在一种可能的设计中，时延-多普勒域信号还包括映射信号为 0 的保护区域，该保护区域位于导频区域与数据区域之间。

在一种可能的设计中，对于上行传输，该方法还可以包括：接收设备发送如下至少一种信息：第一指示信息，该第一指示信息用于指示导频区域在时延-多普勒域中的位置；

第二指示信息,该第二指示信息用于指示承载导频序列的资源单元的位置;第三指示信息,该第三指示信息用于指示导频序列;或者,第四指示信息,该第四指示信息用于指示保护区域在时延-多普勒域中的位置。

在一种可能的设计中,对于下行传输,该方法还可以包括:接收设备接收如下至少一种信息:第一指示信息,该第一指示信息用于指示导频区域在时延-多普勒域中的位置;第二指示信息,该第二指示信息用于指示承载导频序列的资源单元的位置;第三指示信息,该第三指示信息用于指示导频序列;或者,第四指示信息,该第四指示信息用于指示该保护区域在该时延-多普勒域中的位置。

第三方面,本申请实施例提供了一种无线通信装置,该装置可以是发送设备,也可以是发送设备内的芯片。该装置具有实现上述各实施例涉及发送设备的功能。该功能可以通过硬件实现,也可以通过硬件执行相应的软件实现。该硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的单元。

在一种可能的设计中,当该装置为发送设备时,该装置可以包括:处理模块和收发模块,该处理模块例如可以是处理器,该收发模块例如可以是收发器,该收发器可以包括射频电路和基带电路。

可选地,该装置还可以包括存储单元,该存储单元例如可以是存储器。当该装置包括存储单元时,该存储单元用于存储计算机执行指令,该处理模块与该存储单元连接,该处理模块执行该存储单元存储的计算机执行指令,以使该发送设备执行上述涉及发送设备功能的信号处理方法。

在另一种可能的设计中,当该装置为发送设备内的芯片时,该芯片包括:处理模块和收发模块,该处理模块例如可以是处理器,该收发模块例如可以是该芯片上的输入/输出接口、管脚或电路等。可选的,该装置还可以包括存储单元,该处理模块可执行存储单元存储的计算机执行指令,以使该发送设备内的芯片执行上述任一方面涉及发送设备功能的信号处理方法。

可选地,该存储单元为芯片内的存储单元,如寄存器、缓存等,该存储单元还可以是发送设备内的位于芯片外部的存储单元,如只读存储器(read-only memory,简称 ROM)或可存储静态信息和指令的其他类型的静态存储设备,随机存取存储器(random access memory,简称 RAM)等。

其中,上述任一处提到的处理器,可以是一个通用中央处理器(Central Processing Unit,简称 CPU),微处理器,特定应用集成电路(application-specific integrated circuit,简称 ASIC),或一个或多个用于控制上述各方面信号处理方法的程序执行的集成电路。

第四方面,本申请提供一种无线通信装置,该装置可以是接收设备,也可以是接收设备内的芯片。该装置具有实现上述各方面涉及接收设备的各实施例的功能。该功能可以通过硬件实现,也可以通过硬件执行相应的软件实现。该硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的单元。

在一种可能的设计中,当该装置为接收设备时,该装置可以包括:处理模块和收发模块,该处理模块例如可以是处理器,该收发模块例如可以是收发器,所述收发器包括射频电路,可选地,所述装置还包括存储单元,该存储单元例如可以是存储器。当装置包括存储单元时,该存储单元用于存储计算机执行指令,该处理模块与该存储

单元连接，该处理模块执行该存储单元存储的计算机执行指令，以使该装置执行上述任意一方面涉及接收设备功能的信号处理方法。

在另一种可能的设计中，当该装置为接收设备内的芯片时，该芯片包括：处理模块和收发模块，所述处理模块例如可以是处理器，所述收发模块例如可以是该芯片上的输入/输出接口、管脚或电路等。该处理模块可执行存储单元存储的计算机执行指令，以使该接收设备内的芯片执行上述各方面涉及接收设备功能的信号处理方法。可选地，所述存储单元为所述芯片内的存储单元，如寄存器、缓存等，所述存储单元还可以是所述接入点内的位于所述芯片外部的存储单元，如 ROM 或可存储静态信息和指令的其他类型的静态存储设备，RAM 等。

其中，上述任一处提到的处理器，可以是一个 CPU，微处理器，ASIC，或一个或多个用于控制上述信号处理方法的程序执行的集成电路。

第五方面，提供了一种计算机存储介质，该计算机存储介质中存储有程序代码，该程序代码用于指示执行上述第一方面至第二方面中的任一方面或其任意可能的实现方式中的方法的指令。

第六方面，提供了一种处理器，用于与存储器耦合，用于执行上述第一方面至第二方面中的任一方面或其任意可能的实现方式中的方法。

第七方面，提供了一种包含指令的计算机程序产品，其在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面至第二方面中的任一方面或其任意可能的实现方式中的方法。

第八方面，提供了一种通信系统，该系统包括：上述第三方面任一种可能的实现方式的发送设备和第四方面中任一种可能的实现方式的接收设备。

本申请实施例的信号处理方法及装置，发送设备获取导频序列，发送设备将导频序列映射至时延-多普勒域的导频区域，将导频序列的循环前缀映射至时延-多普勒域的保护间隔，将数据信号映射至时延-多普勒域的数据区域，获取时延-多普勒域信号，其中，导频序列位于导频区域的所有行，发送设备向接收设备发送传输信号，该传输信号为对该时延-多普勒域信号进行处理得到的，接收设备根据时延-多普勒域信号和导频序列进行信道估计，从而实现发送设备与接收设备之间的通信，发送设备将导频序列映射至时延-多普勒域的导频区域的所有行，使得导频序列的能量分散在整个导频区域的时延域上，可以避免时延-多普勒域信号经过 OTFS 编码操作后存在能量较高的冲击信号，可以降低通信过程中的峰均值比，减小信号失真，提升通信质量。

附图说明

图 1 为本申请实施例的一种应用场景的示意图；

图 2 为本申请实施例的另一种应用场景的示意图；

图 3 为本申请实施例的时延-多普勒域与时-频域的映射关系示意图；

图 4 为本申请实施例的一种信号处理方法的流程图；

图 5 为本申请实施例的一种时延-多普勒域的示意图；

图 6 为本申请实施例的另一种时延-多普勒域的示意图；

图 7 为本申请实施例的另一种时延-多普勒域的示意图；

图 8 为本申请实施例的另一种时延-多普勒域的示意图；

图 9 为本申请实施例的一种导频序列放置方式的示意图；

图 10 为本申请实施例的另一种导频序列放置方式的示意图；

图 11 为本申请实施例的另一种导频序列放置方式的示意图；

5 图 12 为本申请实施例的另一种导频序列放置方式的示意图；

图 13 为本申请实施例的另一种导频序列放置方式的示意图；

图 14 为本申请实施例的另一种导频序列放置方式的示意图；

图 15 为本申请实施例的另一种导频序列放置方式的示意图；

图 16 为本申请实施例的另一种导频序列放置方式的示意图；

10 图 17 为本申请实施例的另一种导频序列放置方式的示意图；

图 18 为本申请实施例的发送设备的信号处理方法的示意图；

图 19 为本申请实施例的接收设备的信号处理方法的示意图；

图 20 为本申请实施例的另一种信号处理方法的流程图；

图 21 为本申请实施例提供的一种无线通信装置的结构示意图；

15 图 22 为本申请实施例提供的另一种无线通信装置的结构示意图；

图 23 为本申请实施例提供的又一种无线通信装置的结构示意图；

图 24 为本申请实施例提供的又一种无线通信装置的结构示意图。

具体实施方式

20 本申请实施例涉及的“第一”、“第二”等（如果存在）是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。

本申请所涉及的网络设备指，可以和终端设备进行通信的设备。网络设备可以是接入网设备、中继站或接入点。例如，网络设备可以是全球移动通信系统（Global System for Mobile Communications, GSM）或码分多址（Code Division Multiple Access, CDMA）网络中的基站收发信台（Base Transceiver Station, BTS），也可以是宽带码分多址（Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA）中的基站（NodeB, NB），还可以是长期演进（Long Term Evolution, LTE）中的演进基站（Evolutional NodeB, eNB 或 eNodeB）。网络设备还可以是云无线接入网络（cloud radio access network, CRAN）场景下的无线控制器。网络设备还可以是 5G 网络中的网络设备或者未来演进的公共陆地移动网络（Public Land Mobile Network, PLMN）中的网络设备。网络设备还可以是可穿戴设备或车载设备等。

30 本申请所涉及的终端设备指，具有通信功能的通信装置。例如，可以是无线通信设备、物联网（Internet of Things, IoT）设备、可穿戴设备或车载设备、移动终端、客户终端设备（Customer Premise Equipment, CPE）等。该移动终端也可以称为用户设备（User Equipment, 简称：UE）、接入终端、用户单元、用户站、移动站、移动台、用户终端、终端、无线通信设备、用户代理或用户装置。该移动终端可以是智能手机、蜂窝电话、无绳电话、平板电脑、个人数字处理（Personal Digital Assistant, 简称：PDA）设备、具有无线通信功能的 IoT 设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备、车载设备、可穿戴设备，5G 网络中的终端设备或者未来演进的 PLMN 网络中的终端设备等。

示例性的，图 1 为本申请实施例的一种应用场景的示意图，如图 1 所示，该应用场景可以包括发送设备和接收设备。其中，该发送设备可以是上述任一形式的终端设备，相应的，该接收设备可以是上述任一形式的网络设备。或者，该发送设备可以是上述任一形式的网络设备，相应的，该接收设备可以是上述任一形式的终端设备。

5 发送设备通过本申请的信号处理方法向接收设备发送传输信号，该传输信号为对时延-多普勒域信号进行处理得到的，接收设备接收该传输信号，根据时延-多普勒信号和导频序列进行信道估计，从而实现发送设备与接收设备之间的通信，发送设备将导频序列映射至时延-多普勒域的导频区域的所有行，使得导频序列的能量分散在整个导频区域的时延域上，可以避免时延-多普勒域信号经过 OTFS 编码操作后存在能量较高的冲击信号，可以
10 降低通信过程中的峰均值比，减小信号失真，提升通信质量。其具体解释说明可以参见下述实施例的解释说明。

示例性的，图 2 为本申请实施例的另一种应用场景的示意图，如图 2 所示，该应用场景以一个基站（base station, BS）和三个 UE 为例进行举例说明，其中，三个 UE 分别为 UE0、UE1 和 UE2，例如，UE0 可以使用 LTE 系统中上行传输使用的 DFT-S-OFDM 波形的调制方式，与 BS 进行通信，UE0 可以作为发送设备，BS 可以作为接收设备。UE1 可以使用 LTE 系统中下行传输所使用的 OFDM 波形的调制方式，与 BS 进行通信，该 UE1 可以作为接收设备，该 BS 可以作为发送设备。UE2 可以使用 CDMA 波形的调制方式，与 BS 进行通信。

示例性的，上述应用场景可以是高速通信场景、MTC 通信场景、高频大带宽通信场景等。

需要说明的是，上述 BS 与 UE 之间的波形仅为一种示例，该波形还可以为任意的其他已知波形，选择不同的波形做不同的调制即可，本申请的发送设备生成的时延-多普勒域信号可以用任意的波形调制。

本申请所涉及的时延-多普勒域指，与时-频域不同的一个二维域，其中，一个维度代表时延域，另一个维度代表多普勒域，作为一种示例，该时延-多普勒域可以用 $N \times M$ 的 D 矩阵表示。该时延-多普勒域可以由 $N \times M$ 个资源单元构成，一个资源单元占据时延域的一个栅格和多普勒域的一个栅格。时延域的一个栅格为一个时延域的单位 τ ， τ 表征的是时
25 延域信号的间隔，

$$\tau = \frac{\tau_r}{N} = \frac{1}{N\Delta f}$$
，单位是秒。N 是时延域栅格个数。 Δf 是频率的子载波间隔。因此，时延域栅格就代表着间隔 τ 个时间，发送一个信息。其物理含义为在时延-
30 多普勒域所展现出的二维信道的时延域间隔为栅格单位 τ 个时间发送一个信息。多普勒域

的一个栅格为一个多普勒域单位 ν ， ν 表征的是多普勒域信号的间隔，
$$\nu = \frac{\nu_r}{M} = \frac{1}{M\tau_r} = \frac{\Delta f}{M}$$
，单位是 Hz，其表征的是多普勒域信号的间隔。即多普勒栅格就代表着间隔 ν 个频率间隔，发送一个信息。其物理含义为在时延-多普勒域所展现出的二维信道的多普勒域间隔为栅格单位 ν 个频率发送一个信息。

需要说明的是，上述 τ_r 和 ν_r 满足如下条件： $\tau_r * \nu_r = 1$ 。时延-多普勒域与时频域具有映射关系，示例性的，图 3 为本申请实施例的延-多普勒域与时-频域的映射关系示意图，如图 3 所示，时延域可以映射至频域，多普勒域可以映射至时域，由此可见，本申请实施例的时延-多普勒域信号可以转换为时-频域信号，时-频域信号也可以转换为时延-多普勒域信号。其中，时-频域信号中任意一点（例如， (n, m) ）信号的物理意义为在第 m 个单位时间第 n 个频域上的信号。

还需要说明的是，上述 M 和 N 可以取任意数值，示例性， M 可以取 2 的倍数， N 可以取 14 的倍数。

图 4 为本申请实施例的一种信号处理方法的流程图，如图 4 所示，本实施例涉及发送设备和接收设备，本实施例的方法可以包括：

步骤 101、发送设备获取导频序列。

该导频序列用于接收设备进行信道估计。例如，该导频序列可以包括 ZC 序列、酉矩阵的任意列向量、 $\pi/2$ -BPSK 序列或 $\pi/4$ -QPSK 序列中任意一项，其也可以是其他序列，此处不一一举例说明。

该导频序列可以是预设的，也可以是由网络设备配置的，其可以根据需求进行灵活设置。例如，对于上行传输，发送设备为终端设备，该终端设备获取的导频序列可以是预设的，也可以是由网络设备配置的。

步骤 102、发送设备将导频序列映射至时延-多普勒域的导频区域，将导频序列的循环前缀映射至时延-多普勒域的保护间隔，将数据信号映射至时延-多普勒域的数据区域，获取时延-多普勒域信号。

该导频序列位于时延-多普勒域的导频区域的所有行，可以使得导频序列的能量分散在整个导频区域的时延域上。

示例性的，发送设备可以将导频序列、导频序列的循环前缀、数据信号映射至如图 3 所示的时延-多普勒域中，本实施例将时延-多普勒域划分为数据区域、导频区域和保护间隔，从而将数据信号映射至数据区域，将导频序列映射至导频区域，将导频序列的循环前缀映射至保护间隔。例如，如图 3 所示的时延-多普勒域从上至下，依次可以为数据区域、保护间隔、导频区域和数据区域。数据区域、导频区域和保护间隔在时延-多普勒域中的位置可以需求进行灵活设置。其中，保护间隔可以设置在数据区域与导频区域之间。

举例而言，该时延-多普勒域可以包括 $N*M$ 个资源单元，该时延-多普勒域的一个维度代表时延，另一个维度代表多普勒，该时延-多普勒域可以包括该数据区域、该保护间隔和该导频区域， N 和 M 为正整数，发送端可以将不同的信号映射至时延-多普勒域的不同区域。例如，该导频区域包括 $K*M$ 个资源单元，发送设备可以将该导频序列映射至该导频区域的 K 行中，举例而言，该导频序列可以包括 K 个元素，通过本步骤的处理方式，可以实现一个元素位于该导频区域的一行中的一个资源单元，从而使得导频序列位于导频区域的所有行。

发送设备将导频序列、导频序列的循环前缀、数据信号映射至时延-多普勒域中，获取时延-多普勒信号。例如，对于上行传输，该发送设备为终端设备，终端设备可以将导

频序列、导频序列的循环前缀、数据信号映射至时延-多普勒域中，获取时延-多普勒信号。对于下行传输，该发送设备为网络设备，网络设备可以将导频序列、导频序列的循环前缀、数据信号映射至时延-多普勒域中，获取时延-多普勒域信号。

步骤 103、发送设备向接收设备发送传输信号，该传输信号为对该时延-多普勒域信号进行处理得到的。

接收设备接收发送设备发送的该传输信号。

举例而言，发送设备在获取该时延-多普勒域信号之后，可以对该时延-多普勒域信号进行转换，将时延-多普勒域信号转换为时-频域信号，再对时-频域信号进行维度变换得到时域信号，对时域信号进行波形调制等处理，得到该传输信号，向接收设备发送该传输信号。接收设备接收该传输信号，可以根据该传输信号获取时延-多普勒域信号。例如，接收设备可以对接收到的传输信号进行波形解调、时延-多普勒域转换等处理后，获取时延-多普勒域信号。

步骤 104、接收设备根据时延-多普勒域信号和导频序列进行信道估计。

接收设备进行信道估计所使用的导频序列与发送设备进行信号处理过程中所使用的导频序列相同，该导频序列可以是预设的，也可以是由网络设备配置的，其可以根据需求进行灵活设置。

示例性的，接收设备可以利用该时延-多普勒域信号和导频序列进行信道估计，获取时延-多普勒域的等效信道，根据等效信道对数据区域的数据信号进行均衡、解调等处理，恢复出发送设备发送的数据信号。

本实施例，发送设备获取导频序列，发送设备将导频序列映射至时延-多普勒域的导频区域，将导频序列的循环前缀映射至时延-多普勒域的保护间隔，将数据信号映射至时延-多普勒域的数据区域，获取时延-多普勒域信号，其中，导频序列位于导频区域的所有行，发送设备向接收设备发送传输信号，该传输信号为对该时延-多普勒域信号进行处理得到的，接收设备根据时延-多普勒域信号和导频序列进行信道估计，从而实现发送设备与接收设备之间的通信，发送设备将导频序列映射至时延-多普勒域的导频区域的所有行，使得导频序列的能量分散在整个导频区域的时延域上，可以避免时延-多普勒域信号经过 OTFS 编码操作后存在能量较高的冲击信号，可以降低通信过程中的峰均值比，减小信号失真，提升通信质量。

上述时延-多普勒域所包括导频区域、保护间隔可以有不同的设置方式，在一些实施例中，保护间隔与导频区域的最后 L 行相同； L 大于或者等于 1。

举例而言，该导频区域可以包括 $k*m$ 个资源单元，该保护间隔与该导频区域的最后 L 行 m 列相同。其中， k 大于 L 且小于 N ， m 小于等于 M 。在一些实施例中， L 可以大于或等于时延-多普勒域等效信道的最大多径时延。

示例性的，图 5 为本申请实施例的一种时延-多普勒域的示意图，如图 5 所示，时延-多普勒域包括 $N*M$ 个资源单元，其中，导频区域包括 $k*M$ 个资源单元，保护间隔包括 $L*M$ 个资源单元，例如，如图 5 所示，该时延-多普勒域由上至下依次为数据区域、保护间隔、导频区域和数据区域，保护间隔和导频区域所占资源单元的个数如上所述。发送设备可以将导频序列映射至如图 5 所示的导频区域，将导频序列的循环前缀映射至如图 5 所

示的保护间隔，将数据信号映射至如图 5 所示的数据区域。

示例性的，图 6 为本申请实施例的另一种时延-多普勒域的示意图，如图 6 所示，时延-多普勒域包括 $N \times M$ 个资源单元，其中，导频区域包括 $k \times m$ 个资源单元，保护间隔包括 $L \times m$ 个资源单元， m 小于 M ，例如，如图 6 所示，该时延-多普勒域由上至下依次为数据区域、保护间隔、导频区域和数据区域，保护间隔和导频区域所占资源单元的个数如上所述，由于 m 小于 M ，所以数据区域环绕在保护间隔和导频区域的四周。发送设备可以将导频序列映射至如图 6 所示的导频区域，将导频序列的循环前缀映射至如图 6 所示的保护间隔，将数据信号映射至如图 6 所示的数据区域。

在一些实施例中，时延-多普勒域还可以包括保护区域，该保护区域位于导频区域与数据区域之间，该保护区域映射的信号均为 0，也可以理解为该保护区域的资源单元上的信号为空。

示例性的，图 7 为本申请实施例的另一种时延-多普勒域的示意图，如图 7 所示，时延-多普勒域包括 $N \times M$ 个资源单元，其中，导频区域包括 $k \times M$ 个资源单元，保护间隔包括 $L \times M$ 个资源单元，保护区域包括 $d \times M$ 个资源单元，例如，如图 7 所示，该时延-多普勒域由上至下依次为数据区域、保护间隔、导频区域、保护区域和数据区域，保护间隔、保护区域和导频区域所占资源单元的个数如上所述。发送设备可以将导频序列映射至如图 7 所示的导频区域，将导频序列的循环前缀映射至如图 7 所示的保护间隔，将数据信号映射至如图 7 所示的数据区域。通过设置如图 7 所示的保护区域，保护区域将导频区域和数据区域分隔开，以避免导频区域的导频序列经历信道之后泄露到数据区域中，消除数据信号中导频序列泄露的干扰。

示例性的，图 8 为本申请实施例的另一种时延-多普勒域的示意图，如图 8 所示，时延-多普勒域包括 $N \times M$ 个资源单元其中，其中，导频区域包括 $k \times m$ 个资源单元，保护间隔包括 $L \times m$ 个资源单元，保护区域包括 $d \times m$ 个资源单元， m 小于 M ，例如，如图 8 所示，该时延-多普勒域由上至下依次为数据区域、保护间隔、导频区域、保护区域和数据区域，保护间隔、保护区域和导频区域所占资源单元的个数如上所述，由于 m 小于 M ，所以数据区域环绕在保护间隔、导频区域和保护区域的四周。发送设备可以将导频序列映射至如图 8 所示的导频区域，将导频序列的循环前缀映射至如图 8 所示的保护间隔，将数据信号映射至如图 8 所示的数据区域。通过设置如图 8 所示的保护区域，保护区域将导频区域和数据区域分隔开，以避免导频区域的导频序列经历信道之后泄露到数据区域中，消除数据信号中导频序列泄露的干扰。

导频序列在导频区域的设置方式可以有不同的实现方式，在一些实施例中，导频序列可以位于时延-多普勒域的导频区域的相同列或不同列。

举例而言，该导频序列可以包括 k 个元素，导频区域中承载该 k 个元素的资源单元位于相同列或不同列。上述图 5-图 8 任一种时延-多普勒域的导频区域的行数为 k ，则导频区域的每一行的一个栅格承载一个元素，从而将导频序列的能量分散到整个导频区域的时延域上。

示例性的，图 9 为本申请实施例的一种导频序列放置方式的示意图，如图 9 所示，映

射导频序列的时延-多普勒域的可以采用如图 5 所示的时延-多普勒域, 即该时延-多普勒域包括 $N \times M$ 个资源单元, 其中, 导频区域包括 $k \times M$ 个资源单元, 保护间隔包括 $L \times M$ 个资源单元, 本实施例可以将上述导频序列映射到该导频区域的一列中, 即该导频序列的 k 个元素位于相同列。本实施例以如图 9 所示的导频序列所在列为例, 可以理解的, 该导频序列也可以位于其他列, 例如, 第 1 列至第 M 列中任意一列。

将导频序列的循环前缀映射至保护间隔, 如图 9 所示, 将导频序列的第 L 至第 k 个元素映射至保护间隔中, 保护间隔中的导频序列的第 L 至第 k 个元素所在列与导频区域的导频序列所在列相同。

示例性的, 图 10 为本申请实施例的另一种导频序列放置方式的示意图, 如图 10 所示, 映射导频序列的时延-多普勒域的可以采用如图 5 所示的时延-多普勒域, 即该时延-多普勒域包括 $N \times M$ 个资源单元, 其中, 导频区域包括 $k \times M$ 个资源单元, 保护间隔包括 $L \times M$ 个资源单元, 本实施例与图 9 所示的导频序列放置方式的不同之处在于, 导频序列的 k 个元素位于不同列, 以图 10 所示图案为例进行举例说明, 第一个元素位于导频区域的第一行第一列, 第二个元素位于导频区域的第二行第八列, 其他元素的位置如图 10 所示, 此处不一一说明, 即导频序列的 k 个元素分布于导频区域的所有行中, 但是分别位于不同列。

示例性的, 图 11 为本申请实施例的另一种导频序列放置方式的示意图, 如图 11 所示, 映射导频序列的时延-多普勒域的可以采用如图 6 所示的时延-多普勒域, 即时延-多普勒域包括 $N \times M$ 个资源单元, 其中, 导频区域包括 $k \times m$ 个资源单元, 保护间隔包括 $L \times m$ 个资源单元, m 小于 M , 本实施例可以将上述导频序列映射到该导频区域的一列中, 即该导频序列的 k 个元素位于相同列。本实施例以如图 11 所示的导频序列所在列为例, 可以理解的, 该导频序列也可以位于其他列, 例如, 第 $(M-m)/2$ 列至第 $(M+m)/2$ 列中任意一列。

将导频序列的循环前缀映射至保护间隔, 如图 11 所示, 将导频序列的第 L 至第 k 个元素映射至保护间隔中, 保护间隔中的导频序列的第 L 至第 k 个元素所在列与导频区域的导频序列所在列相同。

示例性的, 图 12 为本申请实施例的另一种导频序列放置方式的示意图, 如图 12 所示, 映射导频序列的时延-多普勒域的可以采用如图 6 所示的时延-多普勒域, 导频序列在图 6 所示的时延-多普勒域的导频区域和保护间隔中的映射方式与图 10 所示导频序列的放置方式相同, 此处不再赘述。

示例性的, 图 13 为本申请实施例的另一种导频序列放置方式的示意图, 如图 13 所示, 映射导频序列的时延-多普勒域的可以采用如图 7 所示的时延-多普勒域, 导频序列在图 7 所示的时延-多普勒域的导频区域和保护间隔中的映射方式与图 9 所示导频序列的放置方式相同, 此处不再赘述。

示例性的, 图 14 为本申请实施例的另一种导频序列放置方式的示意图, 如图 14 所示, 映射导频序列的时延-多普勒域的可以采用如图 7 所示的时延-多普勒域, 导频序列在图 7 所示的时延-多普勒域的导频区域和保护间隔中的映射方式与图 10 所示导频序列的放置方式相同, 此处不再赘述。

示例性的, 图 15 为本申请实施例的另一种导频序列放置方式的示意图, 如图 15 所示, 设置映射导频序列的时延-多普勒域的可以采用如图 8 所示的时延-多普勒域, 导频序列在

图 8 所示的时延-多普勒域的导频区域和保护间隔中的映射方式与图 9 所示导频序列的放置方式相同，此处不再赘述。

示例性的，图 16 为本申请实施例的另一种导频序列放置方式的示意图，如图 16 所示，映射导频序列的时延-多普勒域的可以采用如图 8 所示的时延-多普勒域，导频序列在图 8 所示的时延-多普勒域的导频区域和保护间隔中的映射方式与图 10 所示导频序列的放置方式相同，此处不再赘述。

在一些实施例中，导频序列可以位于导频区域的相邻或不同相邻的 n 列中， n 大于 1。

举例而言，该导频序列可以包括 $k*n$ 个元素， n 取 2 至 m 任意一个数值，导频区域中承载该 $k*n$ 个元素的资源单元位于该导频区域的相邻或不相邻的 n 列中。

示例性的，以 $n=M$ ，时延-多普勒域采用图 5 所示的时延-多普勒域为例进行举例说明，图 17 为本申请实施例的另一种导频序列放置方式的示意图，如图 17 所示，映射导频序列的时延-多普勒域的可以采用如图 5 所示的时延-多普勒域，导频序列的 $k*M$ 个元素分布在整个导频区域中，其中， $k*M$ 个元素中每一列元素可以相同，使得导频序列分布在整个导频区域中。

将导频序列的循环前缀映射至保护间隔，如图 17 所示，保护间隔中的导频序列的循环前缀的分布与导频区域的第 L 至第 k 行的导频序列的分布相同。

本申请实施例的信号处理方法将数据信号和导频序列映射至时延-多普勒域，通过预编码（例如，二维对偶傅里叶变换）与传统的时-频域进行等效变换，形成上述任意波形（例如，TDMA）进行传输。下面结合上述实施例的导频序列在时延-多普勒域的放置方式，对本申请实施例的信号处理方法进行解释说明。

图 18 为本申请实施例的发送设备的信号处理方法的示意图，如图 18 所示，本申请实施例的发送设备的调制解调模块中的 OTFS 预处理模块，将数据信号和导频序列映射至时延-多普勒域，获取时延-多普勒域信号，对时延-多普勒域信号进行 OTFS 编码，获取时-频域信号，对时-频域信号进行维度变换，得到时域信号，将该时域信号传递给调制模块，由调制模块进行波形调制，生成基带波形，该基带波形经过功率放大器后，通过天线端口发送出去，即实现传输信号的发送。

图 19 为本申请实施例的接收设备的信号处理方法的示意图，如图 19 所示，本申请实施例的接收设备通过天线端口接收传输信号，由解调模块对传输信号进行解调，解调后的接收符号传递给接收设备的 OTFS 处理模块，OTFS 对连续的 M 个接收符号进行维度变换，生成大小为 $N*M$ 的二维等效信号（也可以称之为时-频域信号）。之后，对该时-频域信号进行 OTFS 解码，进行的解码与发送设备的编码为一个逆变换。例如，左乘一个正交基矩阵 $U1$ 的共轭矩阵，右乘正交基矩阵 $U2$ 的共轭矩阵，得到时延-多普勒域信号，该时延-多普勒域信号为二维的大小为 $N*M$ 的信号。按照发送设备与接收设备约定的导频序列的放置方式和导频序列，对时延-多普勒域的等效信道进行信道估计。利用信道估计结果对时延-多普勒域上的数据信号进行均衡、解调，恢复发送设备的数据信号。

示例性的，方式一，发送设备选取长度为 k 的导频序列，该导频序列本身具备良好的

自相关性质,且具备的一个性质为该导频序列进行不同长度的循环移位后的序列内积为0。例如, LTE 导频序列使用的 ZC 序列, 或者 $k \times k$ 维度的酉矩阵的任意列向量等。导频序列可以表示为 $Pilot = [P_{1,a}, P_{2,a}, \dots, P_{k,a}]^T$, 其中, $P_{1,a}$ 、 $P_{2,a}$ 、 $\dots$ 、 $P_{k,a}$ 可以称之为导频序列的各个元素。

5 将导频序列映射到导频区域的 1: k 行, 第 a 列。a 可以为 1:M 的任意值。即, 每行放置 1 个元素, 导频区域放置 k 个元素。导频序列的能量被平均地分配在各个元素上。将导频序列的第 K-L+1: K 行, 第 a 列放置到保护间隔的第 K'-L+1:K' 行, 第 a 列。a 可以为 1:M 的任意值。K' 为保护间隔的总行数。L 需满足大于等于时延多普勒域等效信道的最大多径时延。映射后的导频序列的放置方式可以如图 9 所示。

10 需要说明的是, 本申请所涉及的第 X: Y 行具体指从第 X 行开始至第 Y 行结束, 例如, 如上所述的将导频序列映射到导频区域的 1: k 行, 第 a 列, 具体指, 将导频序列映射到导频区域的第 a 列的第 1 行至第 k 行。

映射完成后, 发送设备对时延-多普勒域信号进行 OTFS 编码, 一种常用的 OTFS 编码表示形式为 U1DU2, 得到时-频域的等效信号, D 为表示时延-多普勒域信号的维度为 N*M 的矩阵, U1 是维度为 N*N 的正交基矩阵, U2 是维度为 M*M 的正交基矩阵。正交基矩阵可以任意选择, 其中一种最常见的正交基矩阵为 DFT/IDFT 矩阵。OTFS 编码所达到的效果为使得 OTFS 的时延-多普勒域信号被映射到时频域。

15 发送设备将 OTFS 编码后的信号根据发送设备波形选择进行进一步的时域信号生成, 并进行波形调制等处理, 通过天线端口发送传输信号。例如, 对 OTFS 编码后的信号进行维度变换, 具体的, OTFS 编码完成后, 会得到一个二维, 维度为 N*M 的时-频域信号, 将该 N*M 的时-频域信号中每个单位时间的频域信号顺序排列, 以生成波形调制前的时域信号。由调制模块进行波形调制, 生成基带波形, 该基带波形经过功率放大器后, 通过天线端口发送出去, 即实现传输信号的发送。

20 接收设备接收该传输信号, 对传输信号进行如图 19 所示的解调、维度变换、OTFS 解码等处理方式之后, 得到时延-多普勒域信号, 基于发送设备与接收设备约定的导频序列放置方式和导频序列, 本实施例的导频序列具有自相关性质(即循环移位的内积为 0), 接收设备可以在时延-多普勒域信号左乘导频循环移位矩阵的共轭转置矩阵, 以得到第 a 列的信道估计结果, 利用第 a 列的信道估计结果对时延-多普勒域上的数据信号进行均衡、解调, 恢复发送设备的数据信号。

30 对本实施例的信道估计的原理进行说明: 采用本实施例的导频序列放置方式后, 过信道后, 时延-多普勒域的导频区域可以等效为导频区域的导频序列与时延-多普勒域的二维信道冲击响应的循环卷积。以时延-多普勒域的 1: K 行, 第 a 列为例, 数学表达式如下:

$$\begin{bmatrix} Y_{1,a} \\ Y_{2,a} \\ \vdots \\ Y_{K,a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{1,a} & P_{K,a} & \cdots & P_{2,a} \\ P_{2,a} & P_{1,a} & \cdots & P_{3,a} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{K,a} & P_{K-1,a} & \cdots & P_{1,a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{1,a} \\ h_{2,a} \\ \vdots \\ h_{K,a} \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中, $\begin{bmatrix} Y_{1,a} \\ Y_{2,a} \\ \vdots \\ Y_{K,a} \end{bmatrix}$ 为第 a 列的接收向量 (即上述时延-多普勒域信号的第 a 列), $\begin{bmatrix} h_{1,a} \\ h_{2,a} \\ \vdots \\ h_{K,a} \end{bmatrix}$ 为

二维信道矩阵中的第 a 列, $\begin{bmatrix} P_{1,a} & P_{K,a} & \cdots & P_{2,a} \\ P_{2,a} & P_{1,a} & \cdots & P_{3,a} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{K,a} & P_{K-1,a} & \cdots & P_{1,a} \end{bmatrix}$ 为导频矩阵。由此可见, 第 a 列的接收向

量只与二维信道矩阵中的第 a 列有关。这是由于导频序列只放置在其中的一列。导频矩阵的
5 的每一列的列向量为前面一列列向量向下移动一位的循环移位。这是由于在保护间隔内放置导频序列的循环前缀 (CP) 所产生的效果。

基于发送设备与接收设备约定的导频序列放置方式和导频序列, 可以在接收信号左乘导频循环移位矩阵的共轭转置矩阵, 即可以得到第 a 列的信道估计, 具体计算过程如下式:

$$\begin{bmatrix} P_{1,a} & P_{K,a} & \cdots & P_{2,a} \\ P_{2,a} & P_{1,a} & \cdots & P_{3,a} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{K,a} & P_{K-1,a} & \cdots & P_{1,a} \end{bmatrix}^* \begin{bmatrix} Y_{1,a} \\ Y_{2,a} \\ \vdots \\ Y_{K,a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{1,a} & P_{K,a} & \cdots & P_{2,a} \\ P_{2,a} & P_{1,a} & \cdots & P_{3,a} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{K,a} & P_{K-1,a} & \cdots & P_{1,a} \end{bmatrix}^* \begin{bmatrix} P_{1,a} & P_{K,a} & \cdots & P_{2,a} \\ P_{2,a} & P_{1,a} & \cdots & P_{3,a} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{K,a} & P_{K-1,a} & \cdots & P_{1,a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{1,a} \\ h_{2,a} \\ \vdots \\ h_{K,a} \end{bmatrix} = k \begin{bmatrix} h_{1,a} \\ h_{2,a} \\ \vdots \\ h_{K,a} \end{bmatrix} \quad (2)$$

10

示例性的, 方式二, 本实施例与上述方式一的不同之处在于, 选取的导频序列不同, 本实施例的导频序列为不具有自相关特性的其他序列, 例如, 该导频序列为其他的峰均比抑制性能更好的导频序列, 如 $\pi/2$ -BPSK 序列, $\pi/4$ -QPSK 序列等。

15 本实施例的发送设备采用与方式一相同的时延-多普勒域映射处理方式, 得到时延-多普勒域信号, 时延-多普勒域信号的导频序列的放置方式可以如图 9 所示。

映射完成后, 本实施例的发送设备可以采用与上述方式一相同的 OTFS 编码、维度变换、波形调制等处理, 再通过天线端口发送传输信号。

20 接收设备接收该传输信号, 对传输信号进行如图 19 所示的解调、维度变换、OTFS 解码等处理方式之后, 得到时延-多普勒域信号, 基于发送设备与接收设备约定的导频序列放置方式和导频序列, 本实施例的导频序列不需要本身具备良好的自相关性质, 也可获得对信道的估计, 只需要导频序列的 DFT 变换没有 0 值即可。接收设备可以通过下式 (3) 得到第 a 列的信道估计结果, 利用第 a 列的信道估计结果对时延-多普勒域上的数据信号进

行均衡、解调，恢复发送设备的数据信号。

$$\hat{\mathbf{h}}_a = \hat{\mathbf{Y}}_a / \hat{\mathbf{P}}_a \quad (3)$$

对 $\hat{\mathbf{h}}_a$ 做 IDFT 变换，可以得到对 $\mathbf{h}_a$ 的估计： $\mathbf{h}_a = IDFT(\hat{\mathbf{h}}_a)$ 。

5 其中， $\hat{\mathbf{Y}}_a$ 为对 $\mathbf{Y}_a$ 进行 DFT 变换， $\mathbf{Y}_a$ 为第 a 列的接收向量（即上述时延-多普勒域信号的第 a 列）， $\hat{\mathbf{P}}_a$ 为对 $\mathbf{P}_a$ 进行 DFT 变换， $\mathbf{P}_a$ 为导频矩阵。

对本实施例的信道估计的原理进行说明：采用本实施例的导频放置方式后，过信道后，时延-多普勒域的导频区域可以等效为导频区域的导频序列与时延-多普勒域二维信道冲击响应的循环卷积。以时延-多普勒域的 1: K 行，第 a 列为例，数学表达式如下：

$$\begin{bmatrix} Y_{1,a} \\ Y_{2,a} \\ \vdots \\ Y_{K,a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{1,a} & P_{K,a} & \cdots & P_{2,a} \\ P_{2,a} & P_{1,a} & \cdots & P_{3,a} \\ \vdots & & & \\ P_{K,a} & P_{K-1,a} & \cdots & P_{1,a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{1,a} \\ h_{2,a} \\ \vdots \\ h_{K,a} \end{bmatrix} \quad (4)$$

10 为描述方便，将该表达式等效为向量形式有：

$$\mathbf{Y}_a = \mathbf{P}_a \otimes \mathbf{h}_a \quad (5)$$

其中， $\otimes$ 表示向量的循环卷积。对等式两边做 DFT 变换，可得：

$$\hat{\mathbf{Y}}_a = \hat{\mathbf{P}}_a \cdot \hat{\mathbf{h}}_a \quad (6)$$

以上矩阵对信道向量求最小二乘估计，可以得到对该列信道的 DFT 后的估计：

$$15 \quad \hat{\mathbf{h}}_a = \hat{\mathbf{Y}}_a / \hat{\mathbf{P}}_a$$

最后，对 $\hat{\mathbf{h}}_a$ 做 IDFT 变换，可以得到对 $\mathbf{h}_a$ 的估计：

$$\mathbf{h}_a = IDFT(\hat{\mathbf{h}}_a)$$

从以上推导过程中可以看出，该处理方法并不需要导频序列本身具备良好的自相关性质也可获得对信道的估计。只需要导频序列的 DFT 变换没有 0 值即可。

20

示例性的，方式三，本实施例与上述方式二的不同之处在于，导频序列的放置方式不同，本实施例的发送设备将数据信号和导频序列映射至时延-多普勒域，获取时延-多普勒域信号，时延-多普勒域信号的导频序列的放置方式可以如图 17 所示，即本实施例使用用户专用的导频序列占满所有导频区域。

25

映射完成后，本实施例的发送设备可以采用与上述方式一相同的 OTFS 编码、维度变换、波形调制等处理，再通过天线端口发送传输信号。

接收设备接收该传输信号，对传输信号进行如图 19 所示的解调、维度变换、OTFS 解码等处理方式之后，得到时延-多普勒域信号，基于发送设备与接收设备约定的导频序

列放置方式和导频序列,接收设备可以通过下式(7)两端左乘一个矩阵

$$\begin{bmatrix} \hat{P}_{1,1} & \hat{P}_{1,2} & \cdots & \hat{P}_{1,M} \\ \hat{P}_{1,M} & \hat{P}_{1,1} & \cdots & \hat{P}_{1,M-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{P}_{1,2} & \hat{P}_{1,3} & \cdots & \hat{P}_{1,1} \end{bmatrix}$$

的逆,即可求得 $[\hat{h}_{k,1}, \hat{h}_{k,2}, \dots, \hat{h}_{k,M}]^T$ 中的每个元素。最后对 $\hat{\mathbf{h}}_a$ 做IDFT变换,可以得到对 $\mathbf{h}_a$ 的估计,即得到第a列的信道估计结果,利用第a列的信道估计结果对时延-多普勒域上的数据信号进行均衡、解调,恢复发送设备的数据信号。

- 5 对本实施例的信道估计的原理进行说明:采用本实施例的导频放置方式后,过信道后,时延-多普勒域的导频区域可以等效为导频区域的导频序列与时延-多普勒域二维信道冲击响应的循环卷积。如图17所示导频区域的导频序列处于导频区域的任意行任意列,此将导频矩阵以列向量的形式表示:

$$\mathbf{P} = \sum_{a=1}^M \mathbf{P}_a, \mathbf{P}_a = [P_{1,a}, P_{2,a}, \dots, P_{K,a}]^T$$

- 10 每个元素可以为0或者非0。类似于方式二的接收设备处理方法,以时延-多普勒域的1:K行,第a列为例,数学表达式如下:

$$\mathbf{Y}_a = \sum_{a=1}^M \mathbf{P}_a \otimes \mathbf{h}_a$$

对等式做DFT变换,可得:

$$\hat{\mathbf{Y}}_a = \sum_{a=1}^M \hat{\mathbf{P}}_a \cdot \hat{\mathbf{h}}_a$$

- 15 以上公式对接收信号向量进行展开,并转换成行接收信号的表示形式,可以得到每行的接收信号值等效表达式为:

$$[\hat{Y}_{k,1}, \hat{Y}_{k,2}, \dots, \hat{Y}_{k,M}] = \begin{bmatrix} \hat{P}_{1,1} & \hat{P}_{1,2} & \cdots & \hat{P}_{1,M} \\ \hat{P}_{1,M} & \hat{P}_{1,1} & \cdots & \hat{P}_{1,M-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{P}_{1,2} & \hat{P}_{1,3} & \cdots & \hat{P}_{1,1} \end{bmatrix} [\hat{h}_{k,1}, \hat{h}_{k,2}, \dots, \hat{h}_{k,M}]^T \quad (7)$$

以上公式对于 $[\hat{h}_{k,1}, \hat{h}_{k,2}, \dots, \hat{h}_{k,M}]^T$ 中的每个元素有唯一解即等效于导频图案的每一行

循环移位矩阵可逆。对以上公式求矩阵

$$\begin{bmatrix} \hat{P}_{1,1} & \hat{P}_{1,2} & \cdots & \hat{P}_{1,M} \\ \hat{P}_{1,M} & \hat{P}_{1,1} & \cdots & \hat{P}_{1,M-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{P}_{1,2} & \hat{P}_{1,3} & \cdots & \hat{P}_{1,1} \end{bmatrix}$$

的逆,即可求得

$[\hat{h}_{k,1}, \hat{h}_{k,2}, \dots, \hat{h}_{k,M}]^T$ 中的每个元素。最后对 $\hat{\mathbf{h}}_a$ 做 IDFT 变换, 可以得到对 $\mathbf{h}_a$ 的估计:

$$\mathbf{h}_a = IDFT(\hat{\mathbf{h}}_a)。$$

本申请实施例的上述信号处理方法可以适用于高速移动的通信场景。例如: 车速 120km/h 的高速公路上的通信场景, 车速 500km/h 的高铁上的通信场景等等。

本申请实施例的上述信号处理方法可以将数字信号处理搬移到时延-多普勒域上进行。时延-多普勒域与时-频域通过一个二维正交变换构建桥梁, 因此, 时延-多普勒域是时-频域的一个二维正交映射。通过二维正交映射, 时-频域变化的信道在时延-多普勒域进行了能量平均化。因此, 时延-多普勒域的等效信道和时-频域的信道相比, 展现出以下三个特性: 稳定性: 即时延-多普勒域上的每个信号经历的信道几乎完全相同; 时延-多普勒信息可分辨性: 即在时延-多普勒域上, 信道体现出二维的扩展, 在时延域上, 可以看到信道的多径信息, 在多普勒域上, 可以看到信道的多普勒扩展; 正交性: 时延-多普勒信道是正交的, 即信道每条径的信息与其他径的信息不相关。

由于多普勒扩展的可分辨性(传统的传输方法只能展现出可分辨的多径信息), 因此, 在高速移动场景, 可分辨的多普勒扩展可以通过均衡方法尽量消除或减小, 信号间干扰得到抑制, 从而提升系统性能。

本申请实施例的信号处理方法所涉及的导频区域、导频序列的放置方式、导频序列或保护区域中的一项或者多项可以是预设的, 其不需要额外的信令, 也可以是发送设备和接收设备通过信令约定的, 本申请采用如下几个实施例对发送设备和接收设备通过信令约定的实现方式进行解释说明。

图 20 为本申请实施例的另一种信号处理方法的流程图, 本实施例针对上行传输, 即发送设备为终端设备, 接收设备为网络设备, 如图 20 所示, 本实施例的方法可以包括:

步骤 201、网络设备向终端设备发送第一指示信息、第二指示信息、第三指示信息或第四指示信息中至少一种指示信息。

终端设备接收网络设备发送的第一指示信息、第二指示信息、第三指示信息或第四指示信息中至少一种指示信息。

该第一指示信息用于指示导频区域在时延-多普勒域中的位置。例如, 该第一指示信息可以指示如图 5-图 8 任一种时延-多普勒域。举例而言, 该第一指示信息可以包括导频区域在时延域所占栅格的个数、在时延域的起始位置、在多普勒域所占栅格的个数和在多普勒域的起始位置。

该第二指示信息用于指示承载导频序列的资源单元的位置。例如, 该第二指示信息可以指示如图 9 所示的导频序列设置方式。举例而言, 该第二指示信息可以包括列索引, 该列索引用于指示该终端设备将导频序列放置在哪一列上, 例如, 第 a 列。或者, 该第二指示信息可以包括图案初始值, 该图案初始值用于指示终端设备根据该图案初始值确定导频序列的图案的起始位置。对于不同的图案初始值, 会使得导频序列的图案正交。例如, 该第二指示信息可以指示如图 10 所示的导频序列设置方式, 该设置方式以图 10 所示的图案呈现, 图案初始值 1 可以指示如图 10 所示的导频序列的图案, 图案初始值 2 可以指示如

图 10 所示的导频序列的图案整个循环右移一个栅格。

该第三指示信息用于指示导频序列。例如，该第三指示信息可以指示与其他终端设备正交的导频序列。举例而言，该第三指示信息可以包括初始值，该初始值用于指示该终端设备根据该初始值生成与其他终端设备正交的导频序列。

- 5 该第四指示信息用于指示保护区域在时延-多普勒域中的位置。例如，时延-多普勒域还包括保护区域时，该保护区域的位置可以是预设的，也可以通过信令指示。例如，网络设备可以向终端设备发送第四指示信息。

需要说明的是，示例性的，网络设备可以通过以下信令的至少一种，向终端设备发送第一指示信息、第二指示信息、第三指示信息或第四指示信息中至少一项；该信令可以包括下行控制信息（Downlink Control Information, DCI）、无线资源控制（Radio Resource Control, RRC）或者媒体接入控制（Media Access Control, MAC）控制元素（Control Element, CE）。

- 10 步骤 202、终端设备根据该第一指示信息、第二指示信息、第三指示信息或第四指示信息中至少一种指示信息，将导频序列映射至时延-多普勒域的导频区域，将导频序列的循环前缀映射至时延-多普勒域的保护间隔，将数据信号映射至时延-多普勒域的数据区域，获取时延-多普勒域信号。

导频区域在时延-多普勒域中的位置、导频序列在导频区域的位置、导频序列、保护间隔的位置和区域大小可以是预设的，也可以通过上述步骤 201 的指示信息指示。终端设备通过步骤 202 将导频序列、导频序列的循环前缀和数据信号映射至相应的时延-多普勒域，获取时延-多普勒域信号。

步骤 203、终端设备对时延-多普勒域信号进行处理，得到传输信号。

终端设备获取该时延-多普勒域信号之后，可以对该时延-多普勒域信号进行转换，将时延-多普勒域信号转换为时-频域信号，再对时-频域信号进行维度变换得到时域信号，对时域信号进行波形调制等处理，得到传输信号，

- 25 步骤 204、终端设备向网络设备发送传输信号。

网络设备接收终端设备发送的传输信号。

步骤 205、网络设备对传输信号进行处理，获取时延-多普勒域信号，根据时延-多普勒域信号和导频序列进行信道估计，获取时延-多普勒域的等效信道。

步骤 206、网络设备根据等效信道对数据区域的数据信号进行均衡处理。

- 30 例如，网络设备根据等效信道对数据区域的数据信号进行均衡、解调等处理，恢复出发送设备发送的数据信号。

本实施例，网络设备向终端设备发送第一指示信息、第二指示信息、第三指示信息或第四指示信息中至少一种指示信息，终端设备根据该至少一种指示信息，将导频序列映射至时延-多普勒域的导频区域，将导频序列的循环前缀映射至时延-多普勒域的保护间隔，将数据信号映射至时延-多普勒域的数据区域，获取时延-多普勒域信号，终端设备对时延-多普勒域信号进行处理，得到传输信号，终端设备向网络设备发送传输信号，网络设备对传输信号进行处理，获取时延-多普勒域信号，根据时延-多普勒域信号和导频序列进行信道估计，获取时延-多普勒域的等效信道，网络设备根据等效信道对数据区域的数据信号进行均衡处理，恢复出网络设备的数据信号，从而实现发送设备与接收设备之间的通信，

发送设备将导频序列映射至时延-多普勒域的导频区域的所有行，使得导频序列的能量分散在整个导频区域的时延域上，可以避免时延-多普勒域信号经过 OTFS 编码操作后存在能量较高的冲击信号，可以降低通信过程中的峰均值比，减小信号失真，提升通信质量。

并且网络设备可以灵活动态的向终端设备指示导频区域在时延-多普勒域中的位置、
5 承载导频序列的资源单元的位置、导频序列、保护区域在时延-多普勒域中的位置中的一项或者多项。

对于下行传输，发送设备为网络设备，接收设备为终端设备，与上述图 20 所述实施例上行传输类似，网络设备可以向终端设备发送第一指示信息、第二指示信息、第三指示信息、或第四指示信息中任意一项或者多项，以与终端设备约定导频区域在时延-多普勒域中的位置、承载导频序列的资源单元的位置、导频序列、保护区域在时延-多普勒域中的位置中的一项或者多项。

上文中详细描述了根据本申请实施例的信号处理方法，下面将描述本申请实施例的无线通信装置。

本申请实施例详细描述了无线通信装置的示意性结构。

在一个示例中，图 21 示出了本申请实施例的一种无线通信装置 2100 的示意性框图。本申请实施例的装置 2100 可以是上述方法实施例中的发送设备，也可以是发送设备内的一个或多个芯片。装置 2100 可以用于执行上述方法实施例中的发送设备的部分或全部功能。该装置 2100 可以包括第一收发模块 2110 和第二处理模块 2120，可选的，该装置 2100 还可以包括第一存储模块 2130。

例如，该第一收发模块 2110，可以用于执行前述方法实施例中的步骤 S101 中的获取导频序列，发送步骤 103 中的传输信号，或者用于接收步骤 S201 中来自网络设备的第一指示信息、第二指示信息、第三指示信息或第四指示信息中至少一种指示信息，发送步骤 204 中的传输信号。

该第一处理模块 2120 可以用于执行前述方法实施例中步骤 S102，或者用于执行步骤 S202 和步骤 203。

可以替换的，装置 2100 也可配置成通用处理系统，例如通称为芯片，该第一处理模块 2120 可以包括：提供处理功能的一个或多个处理器；所述第一收发模块 2110 例如可以是输入/输出接口、管脚或电路等，输入/输出接口可用于负责此芯片系统与外界的信息交互，例如，此输入/输出接口可将发送设备的传输信号输出给此芯片外的其他模块进行处理。该处理模块可执行存储模块中存储的计算机执行指令以实现上述方法实施例中发送设备的功能。在一个示例中，装置 2100 中可选的包括的第一存储模块 2130 可以为芯片内的存储单元，如寄存器、缓存等，所述第一存储模块 2130 还可以是所述发送设备内的位于芯片外部的存储单元，如只读存储器（read-only memory，简称 ROM）或可存储静态信息和指令的其他类型的静态存储设备，随机存取存储器（random access memory，简称 RAM）等。

在另一个示例中，图 22 示出了本申请实施例的另一种无线通信装置 2200 的示意性框图。本申请实施例的装置 2200 可以是上述方法实施例中的发送设备，装置 2200 可以用于

执行上述方法实施例中的发送设备的部分或全部功能。该装置 2200 可以包括：处理器 2210，基带电路 2230，射频电路 2240 以及天线 2250，可选的，该装置 2200 还可以包括存储器 2220。装置 2200 的各个组件通过总线 2260 耦合在一起，其中总线系统 2260 除包括数据总线之外，还包括电源总线、控制总线和状态信号总线。但是为了清楚说明起见，在图中将各种总线都标为总线系统 2260。

处理器 2210 可用于实现对发送设备的控制，用于执行上述实施例中由发送设备进行的处理，可以执行上述方法实施例中涉及发送设备的处理过程和/或用于本申请所描述的技术的其他过程，还可以运行操作系统，负责管理总线以及可以执行存储在存储器中的程序或指令。

基带电路 2230、射频电路 2240 以及天线 2250 可以用于支持发送设备和上述实施例中涉及的接收设备之间收发信息，以支持发送设备与接收设备之间进行无线通信。一个示例中，来自上行传输中的接收设备发送的第一指示信息经由天线 2250 接收，由射频电路 2240 进行滤波、放大、下变频以及数字化等处理后，再经由基带电路 2230 解码、按协议解封封装数据等基带处理后，由处理器 2210 进行处理来恢复上行传输中的接收设备所发送的信令信息；又一个示例中，发送设备的传输信号可由处理器 2210 进行处理，经由基带电路 2230 进行按协议封装，编码等基带处理，进一步由射频电路 2240 进行模拟转换、滤波、放大和上变频等射频处理后，经由天线 2250 发射出去。

存储器 2220 可以用于存储发送设备的程序代码和数据，存储器 2220 可以是图 21 中的第一存储模块 2130。可以理解的，基带电路 2230、射频电路 2240 以及天线 2250 还可以用于支持发送设备与其他网络实体进行通信，例如，用于支持发送设备与核心网侧的网元进行通信。图 22 中存储器 2220 被示为与处理器 2210 分离，然而，本领域技术人员很容易明白，存储器 2220 或其任意部分可位于无线通信装置 2200 之外。举例来说，存储器 2220 可以包括传输线、和/或与无线节点分离开的计算机制品，这些介质均可以由处理器 2210 通过总线接口 2260 来访问。可替换地，存储器 2220 或其任意部分可以集成到处理器 2210 中，例如，可以是高速缓存和/或通用寄存器。

可以理解的是，图 22 仅仅示出了发送设备的简化设计。例如，在实际应用中，发送设备可以包含任意数量的发射器，接收器，处理器，存储器等，而所有可以实现本申请的发送设备都在本申请的保护范围之内。

一种可能的实现方式中，无线通信装置也可以使用下述来实现：一个或多个现场可编程门阵列（field-programmable gate array, FPGA）、可编程逻辑器件（programmable logic device, PLD）、控制器、状态机、门逻辑、分立硬件部件、任何其它适合的电路、或者能够执行本申请通篇所描述的各种功能的电路的任意组合。在又一个示例中，本申请实施例还提供一种计算机存储介质，该计算机存储介质可以存储用于指示上述任一种方法的程序指令，以使得处理器执行此程序指令实现上述方法实施例中涉及发送设备的方法和功能。

本申请实施例详细描述无线通信装置的示意性结构。在一个示例中，图 23 示出了本申请实施例的一种无线通信装置 2300 的示意性框图。本申请实施例的装置 2300 可以是上

述方法实施例中的接收设备，也可以是接收设备内的一个或多个芯片。装置 2300 可以用于执行上述方法实施例中的接收设备的部分或全部功能。该装置 2300 可以包括第二处理模块 2310 和第二收发模块 2320，可选的，该装置 2300 还可以包括第二存储模块 2330。

例如，该第二收发模块 2320，可以用于接收前述方法实施例中的步骤 S103 的传输信号，或者用于接收步骤 S204 中来自发送设备的传输信号，或者用于发送步骤 S201 的第一指示信息、第二指示信息、第三指示信息或第四指示信息中至少一种指示信息；

该第二处理模块 2310，可以用于执行前述方法实施例中的步骤 S104，或者用于执行步骤 S205 和步骤 206；

可以替换的，装置 2300 也可配置成通用处理系统，例如通称为芯片，该第二处理模块 2310 可以包括：提供处理功能的一个或多个处理器；所述第二收发模块例如可以是输入/输出接口、管脚或电路等，输入/输出接口可用于负责此芯片系统与外界的信息交互，例如，此输入/输出接口可将第一指示信息输出给此芯片外的其他模块进行处理。该一个或多个处理器可执行存储模块中存储的计算机执行指令以实现上述方法实施例中接收设备的功能。在一个示例中，装置 2300 中可选的包括的第二存储模块 2330 可以为芯片内的存储单元，如寄存器、缓存等，所述存储模块 2330 还可以是所述接收设备内的位于芯片外部的存储单元，如只读存储器（read-only memory，简称 ROM）或可存储静态信息和指令的其他类型的静态存储设备，随机存取存储器（random access memory，简称 RAM）等。

在另一个示例中，图 24 示出了本申请实施例的另一种无线通信装置 2400 的示意性框图。本申请实施例的装置 2400 可以是上述方法实施例中的接收设备，装置 2400 可以用于执行上述方法实施例中的接收设备的部分或全部功能。该装置 2400 可以包括：处理器 2410，基带电路 2430，射频电路 2440 以及天线 2450，可选的，该装置 2400 还可以包括存储器 2420。装置 2400 的各个组件通过总线 2460 耦合在一起，其中总线系统 2460 除包括数据总线之外，还包括电源总线、控制总线和状态信号总线。但是为了清楚说明起见，在图中将各种总线都标为总线系统 2460。

处理器 2410 可用于实现对接收设备的控制，用于执行上述实施例中由接收设备进行的处理，可以执行上述方法实施例中涉及接收设备的处理过程和/或用于本申请所描述的技术的其他过程，还可以运行操作系统，负责管理总线以及可以执行存储在存储器中的程序或指令。

基带电路 2430、射频电路 2440 以及天线 2450 可以用于支持接收设备和上述实施例中涉及的发送设备之间收发信息，以支持接收设备与发送设备之间进行无线通信。一个示例中，来自上行传输的发送设备发送的传输信号由天线 2450 接收，由射频电路进行滤波、放大、下变频以及数字化等处理后，再经由基带电路解码、按协议解封装数据等基带处理后，由处理器 2410 进行处理来恢复发送设备所发送的业务数据；又一个示例中，上行传输的接收设备的第一指示信息可以由处理器 2410 进行处理，经由基带电路 2430 进行按协议封装，编码等基带处理，进一步由射频电路 2440 进行模拟转换、滤波、放大和上变频等射频处理后，经由天线 2450 发射出去，存储器 2420 可以用于存储接收设备的程序代码和数据，存储器 2420 可以是图 23 中的存储模块 2330。可以理解的，基带电路 2430、射频电路 2440 以及天线 2450 还可以用于支持接收设备与其他网络实体进行通信，例如，用于支持接收设备与核心网设备进行通信。

可以理解的是，图 24 仅仅示出了接收设备的简化设计。例如，在实际应用中，接收设备可以包含任意数量的发射器，接收器，处理器，存储器等，而所有可以实现本申请的接收设备都在本申请的保护范围之内。

一种可能的实现方式中，无线通信装置也可以使用下述来实现：一个或多个现场可编程门阵列（field-programmable gate array, FPGA）、可编程逻辑器件（programmable logic device, PLD）、控制器、状态机、门逻辑、分立硬件部件、任何其它适合的电路、或者能够执行本申请通篇所描述的各种功能的电路的任意组合。

在又一个示例中，本申请实施例还提供一种计算机存储介质，该计算机存储介质可以存储用于指示上述任一种方法的程序指令，以使得处理器执所述程序指令实现上述方法实施例中涉及接收设备的方法和功能。

上述装置 2200 和装置 2400 中涉及的处理器可以是通用处理器，例如通用中央处理器（CPU）、网络处理器（Network Processor，简称 NP）、微处理器等，也可以是特定应用集成电路（application-specific integrated circuit，简称 ASIC），或一个或多个用于控制本申请方案程序执行的集成电路。还可以是数字信号处理器（Digital Signal Processor，简称 DSP）、现场可编程门阵列（Field-Programmable Gate Array，简称 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。控制器/处理器也可以是实现计算功能的组合，例如包含一个或多个微处理器组合，DSP 和微处理器的组合等等。处理器通常是基于存储器内存储的程序指令来执行逻辑和算术运算。

上述装置 2200 和装置 2400 中涉及的存储器还可以保存有操作系统和其他应用程序。具体地，程序可以包括程序代码，程序代码包括计算机操作指令。更具体的，上述存储器可以是只读存储器（read-only memory，简称 ROM）、可存储静态信息和指令的其他类型的静态存储设备、随机存取存储器（random access memory，简称 RAM）、可存储信息和指令的其他类型的动态存储设备、磁盘存储器等等。存储器可以是上述存储类型的组合。并且上述计算机可读存储介质/存储器可以在处理器中，还可以在处理器的外部，或在包括处理器或处理电路的多个实体上分布。上述计算机可读存储介质/存储器可以具体体现在计算机程序产品中。举例而言，计算机程序产品可以包括封装材料中的计算机可读介质。

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。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

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 在上述实施例中，可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机程序指令时，全部或部分地产生按照本申请所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者
- 10 从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输，例如，所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线（例如同轴电缆、光纤、数字用户线）或无线（例如红外、无线、微波等）方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是
- 15 磁性介质，（例如，软盘、硬盘、磁带）、光介质（例如， DVD）、或者半导体介质（例如固态硬盘 Solid State Disk）等。

权 利 要 求 书

1、一种信号处理方法，其特征在于，包括：

发送设备获取导频序列；

所述发送设备将所述导频序列映射至时延-多普勒域的导频区域，将所述导频序列的循环前缀映射至所述时延-多普勒域的保护间隔，将数据信号映射至所述时延-多普勒域的数据区域，获取时延-多普勒域信号；其中，所述导频序列位于所述导频区域的所有行；

所述发送设备向接收设备发送传输信号，所述传输信号为对所述时延-多普勒域信号进行处理得到的。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述保护间隔与所述导频区域的最后 L 行相同；L 大于或者等于 1。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述导频序列位于导频区域的相同列或不同列。

4、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述导频序列位于所述导频区域的相邻或不相邻的 n 列中，所述 n 大于 1。

5、根据权利要求 1 至 4 任一项所述的方法，其特征在于，所述时延-多普勒域还包括保护区域，所述保护区域位于所述导频区域与所述数据区域之间，所述保护区域映射的信号为 0。

6、根据权利要求 1 至 5 任一项所述的方法，其特征在于，对于上行传输，所述方法还包括：

所述发送设备接收如下至少一种信息：

第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述导频区域在所述时延-多普勒域中的位置；

第二指示信息，所述第二指示信息用于指示承载所述导频序列的资源单元的位置；

第三指示信息，所述第三指示信息用于指示所述导频序列；或者，

第四指示信息，所述第四指示信息用于指示所述保护区域在所述时延-多普勒域中的位置。

7、根据权利要求 1 至 5 任一项所述的方法，其特征在于，对于下行传输，所述方法还包括：

所述发送设备发送如下至少一种信息：

第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述导频区域在所述时延-多普勒域中的位置；

第二指示信息，所述第二指示信息用于指示承载所述导频序列的资源单元的位置；

第三指示信息，所述第三指示信息用于指示所述导频序列；或者，

第四指示信息，所述第四指示信息用于指示所述保护区域在所述时延-多普勒域中的位置。

8、一种信号处理方法，其特征在于，包括：

接收设备接收发送设备发送的传输信号，所述传输信号是由时延-多普勒域信号进行处理得到的，所述时延-多普勒域信号包括：映射导频序列的导频区域，映射所述导频序列的循环前缀的保护间隔，和映射数据信号的数据区域，所述导频序列位于所述导频区域

的所有行；

所述接收设备根据所述时延-多普勒域信号和所述导频序列进行信道估计。

9、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述保护间隔与所述导频区域的最后 L 行相同；L 大于或者等于 1。

10、根据权利要求 8 或 9 所述的方法，其特征在于，所述导频序列位于所述导频区域的相同列或不同列。

11、根据权利要求 8 或 9 所述的方法，其特征在于，所述导频序列位于所述导频区域的相邻或不相邻的 n 列中，所述 n 大于 1。

12、根据权利要求 8 至 11 任一项所述的方法，其特征在于，所述时延-多普勒域信号还包括映射信号为 0 的保护区域，所述保护区域位于所述导频区域与所述数据区域之间。

13、根据权利要求 8 至 12 任一项所述的方法，其特征在于，对于上行传输，所述方法还包括：

所述接收设备发送如下至少一种信息：

第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述导频区域在所述时延-多普勒域中的位置；

第二指示信息，所述第二指示信息用于指示承载所述导频序列的资源单元的位置；

第三指示信息，所述第三指示信息用于指示所述导频序列；或者，

第四指示信息，所述第四指示信息用于指示所述保护区域在所述时延-多普勒域中的位置。

14、根据权利要求 8 至 12 任一项所述的方法，其特征在于，对于下行传输，所述方法还包括：

所述接收设备接收如下至少一种信息：

第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述导频区域在所述时延-多普勒域中的位置；

第二指示信息，所述第二指示信息用于指示承载所述导频序列的资源单元的位置；

第三指示信息，所述第三指示信息用于指示所述导频序列；或者，

第四指示信息，所述第四指示信息用于指示所述保护区域在所述时延-多普勒域中的位置。

15、一种无线通信装置，其特征在于，包括：

第一收发模块，用于获取导频序列；

第一处理模块，用于将所述导频序列映射至时延-多普勒域的导频区域，将所述导频序列的循环前缀映射至所述时延-多普勒域的保护间隔，将数据信号映射至所述时延-多普勒域的数据区域，获取时延-多普勒域信号；其中，所述导频序列位于所述导频区域的所有行；

所述第一收发模块，还用于向接收设备发送传输信号，所述传输信号为对所述时延-多普勒域信号进行处理得到的。

16、根据权利要求 15 所述的装置，其特征在于，所述保护间隔与所述导频区域的最后 L 行相同；L 大于或者等于 1。

17、根据权利要求 15 或 16 所述的装置，其特征在于，所述导频序列位于导频区域的

相同列或不同列。

18、根据权利要求 15 或 16 所述的装置，其特征在于，所述导频序列位于所述导频区域的相邻或不相邻的 n 列中，所述 n 大于 1。

19、根据权利要求 15 至 18 任一项所述的装置，其特征在于，所述时延-多普勒域还包括保护区域，所述保护区域位于所述导频区域与所述数据区域之间，所述保护区域映射的信号为 0。

20、根据权利要求 15 至 19 任一项所述的装置，其特征在于，对于上行传输，所述第一收发模块还用于接收如下至少一种信息：

第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述导频区域在所述时延-多普勒域中的位置；

第二指示信息，所述第二指示信息用于指示承载所述导频序列的资源单元的位置；

第三指示信息，所述第三指示信息用于指示所述导频序列；或者，

第四指示信息，所述第四指示信息用于指示所述保护区域在所述时延-多普勒域中的位置。

21、根据权利要求 15 至 19 任一项所述的装置，其特征在于，对于下行传输，所述第一收发模块还用于发送如下至少一种信息：

第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述导频区域在所述时延-多普勒域中的位置；

第二指示信息，所述第二指示信息用于指示承载所述导频序列的资源单元的位置；

第三指示信息，所述第三指示信息用于指示所述导频序列；或者，

第四指示信息，所述第四指示信息用于指示所述保护区域在所述时延-多普勒域中的位置。

22、一种无线通信装置，其特征在于，包括：

第二收发模块，用于接收发送设备发送的传输信号，所述传输信号是由时延-多普勒域信号进行处理得到的，所述时延-多普勒域信号包括：映射导频序列的导频区域，映射所述导频序列的循环前缀的保护间隔，和映射数据信号的数据区域，所述导频序列位于所述导频区域的所有行；

第二处理模块，用于根据所述时延-多普勒域信号和所述导频序列进行信道估计。

23、根据权利要求 22 所述的装置，其特征在于，所述保护间隔与所述导频区域的最后 L 行相同； L 大于或者等于 1。

24、根据权利要求 22 或 23 所述的装置，其特征在于，所述导频序列位于所述导频区域的相同列或不同列。

25、根据权利要求 22 或 23 所述的装置，其特征在于，所述导频序列位于所述导频区域的相邻或不相邻的 n 列中，所述 n 大于 1。

26、根据权利要求 22 至 25 任一项所述的装置，其特征在于，所述时延-多普勒域信号还包括映射信号为 0 的保护区域，所述保护区域位于所述导频区域与所述数据区域之间。

27、根据权利要求 22 至 26 任一项所述的装置，其特征在于，对于上行传输，所述第二收发模块还用于发送如下至少一种信息：

第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述导频区域在所述时延-多普勒域中的位置；

第二指示信息，所述第二指示信息用于指示承载所述导频序列的资源单元的位置；

第三指示信息，所述第三指示信息用于指示所述导频序列；或者，

第四指示信息，所述第四指示信息用于指示所述保护区域在所述时延-多普勒域中的位置。

28、根据权利要求 22 至 26 任一项所述的装置，其特征在于，对于下行传输，所述第二收发模块还用于接收如下至少一种信息：

第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述导频区域在所述时延-多普勒域中的位置；

第二指示信息，所述第二指示信息用于指示承载所述导频序列的资源单元的位置；

第三指示信息，所述第三指示信息用于指示所述导频序列；或者，

第四指示信息，所述第四指示信息用于指示所述保护区域在所述时延-多普勒域中的位置。

29、一种无线通信装置，其特征在于，包括：处理器、存储器、收发器；所述收发器耦合至所述处理器，所述处理器控制所述收发器的收发动作；

其中，所述存储器用于存储计算机可执行程序代码，所述程序代码包括指令；当所述处理器执行所述指令时，所述指令使所述无线通信装置执行如权利要求 1 至 14 任一项所述的方法。

30、一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令，当所述计算机执行指令被处理器执行时用于实现如权利要求 1 至 14 任一项所述的方法。

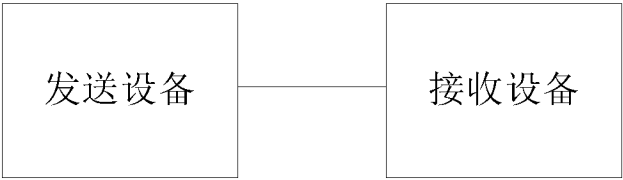


图 1

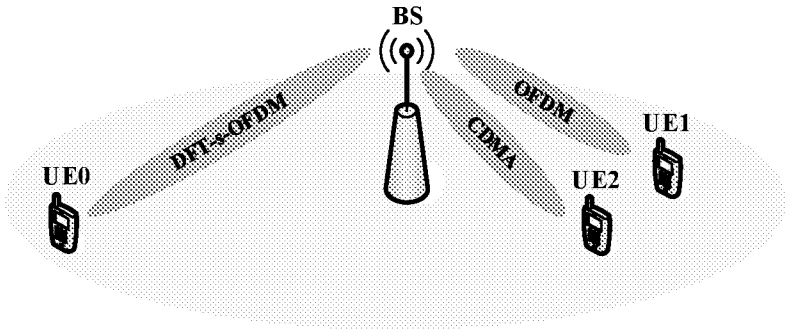


图 2

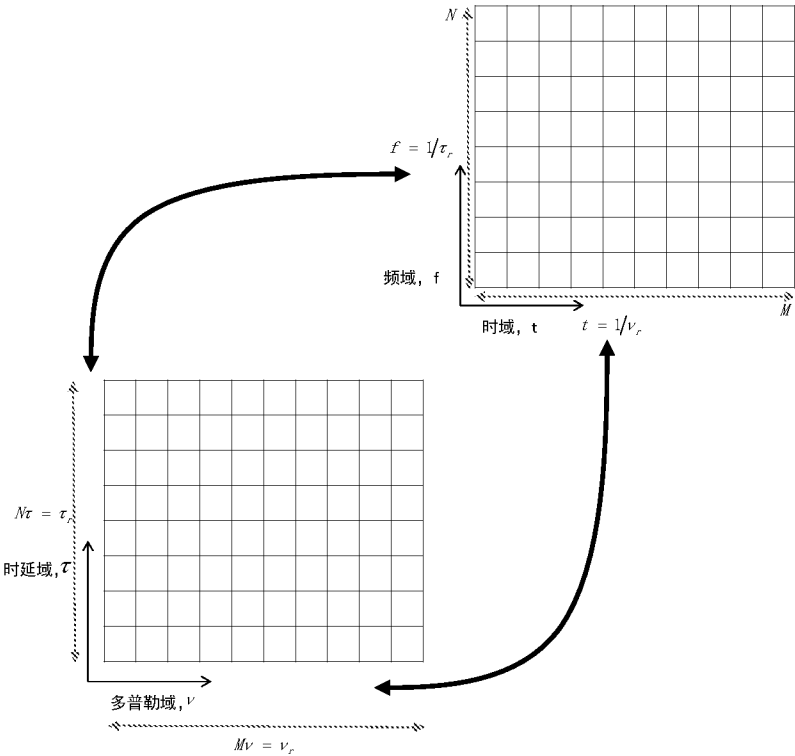


图 3

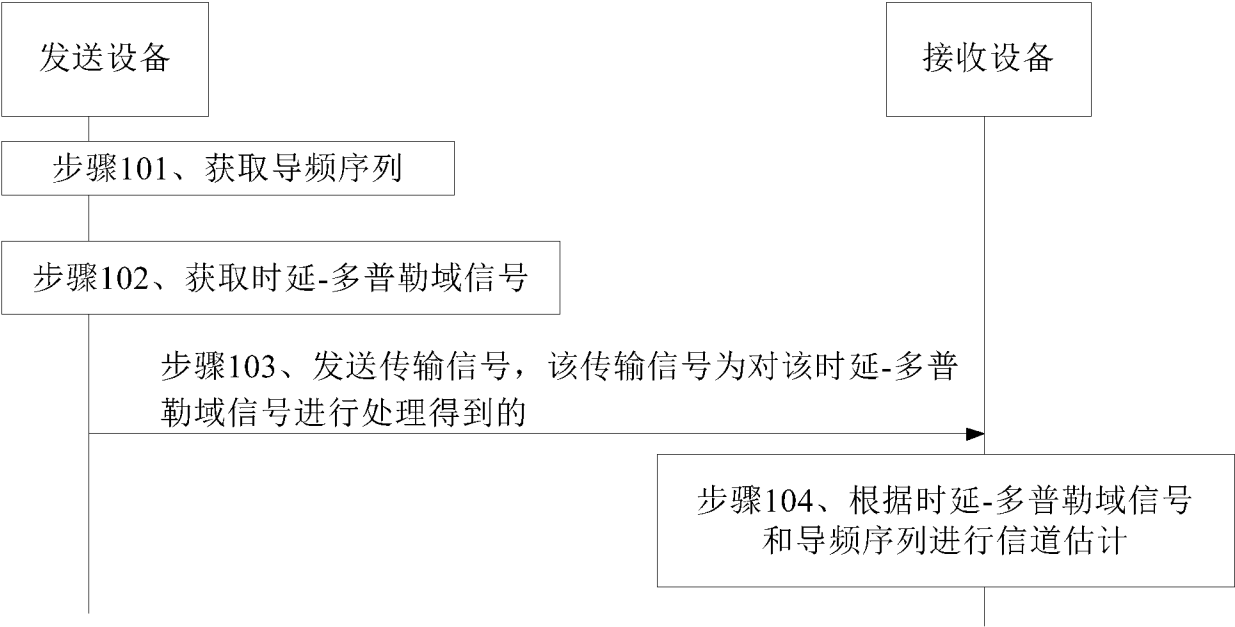


图 4

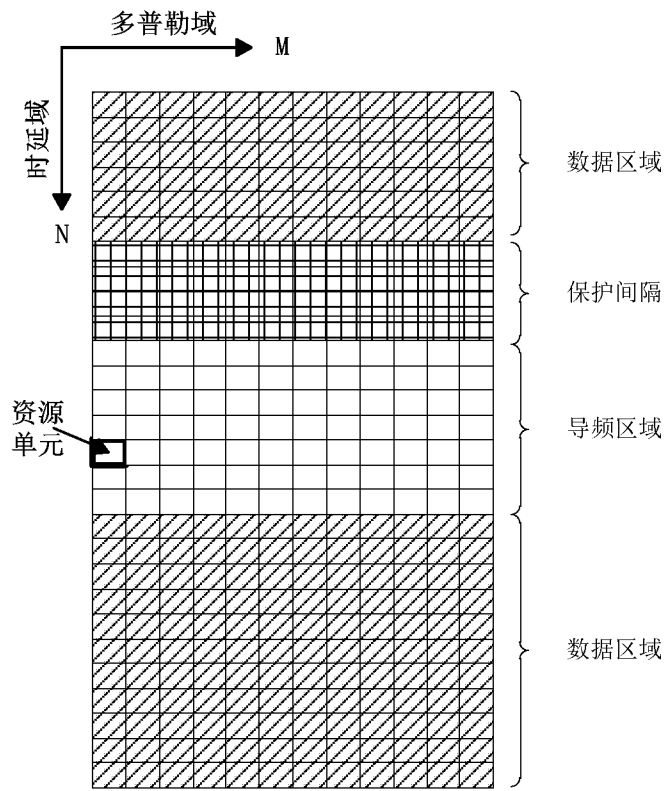


图 5

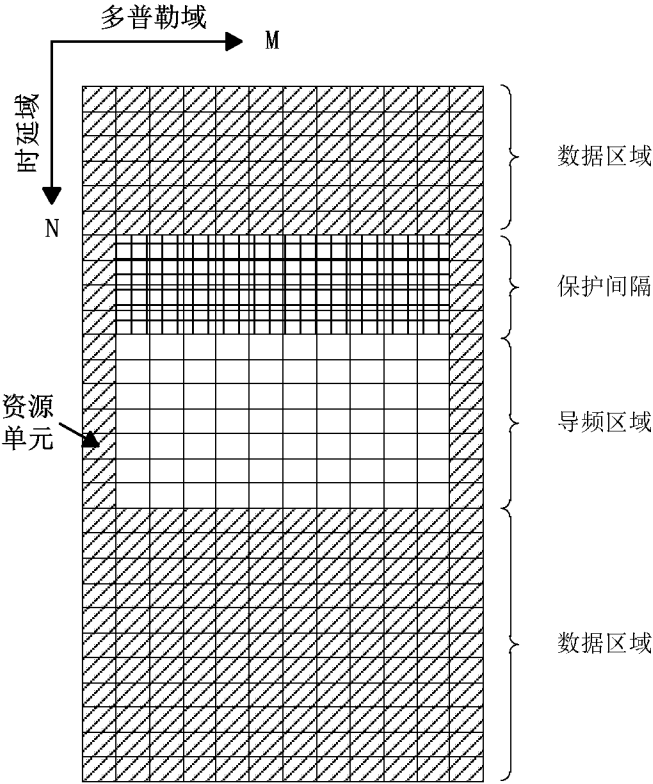


图 6

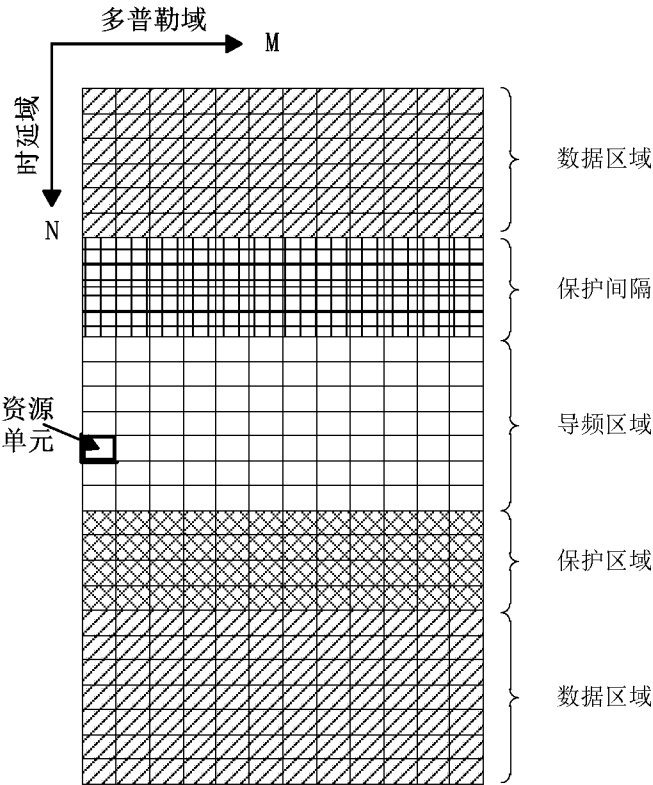


图 7

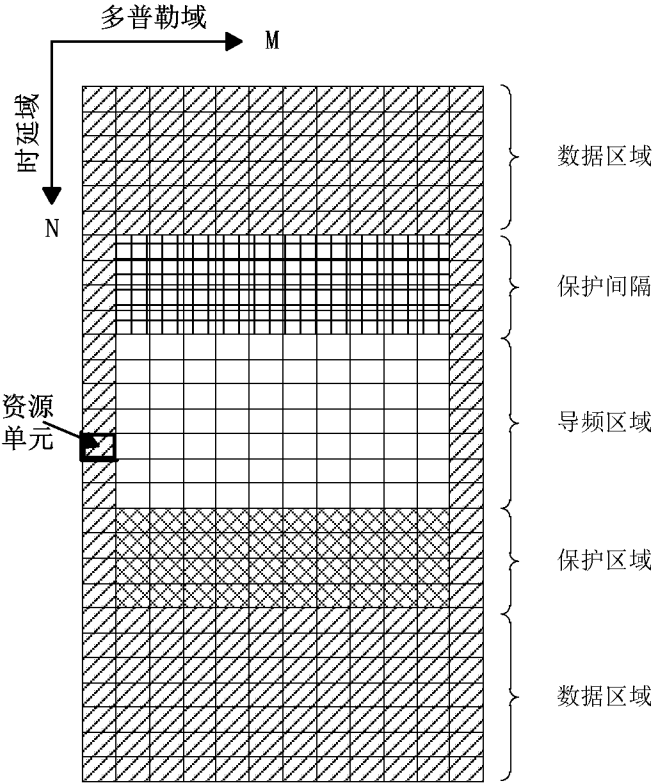


图 8

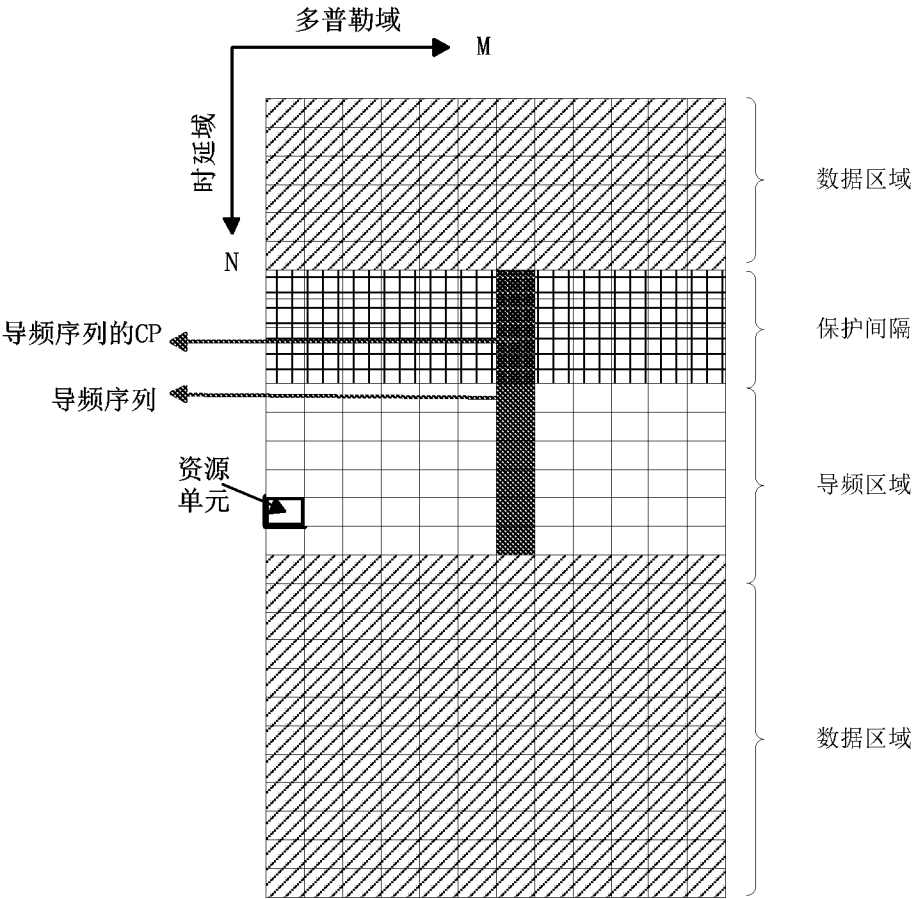


图 9

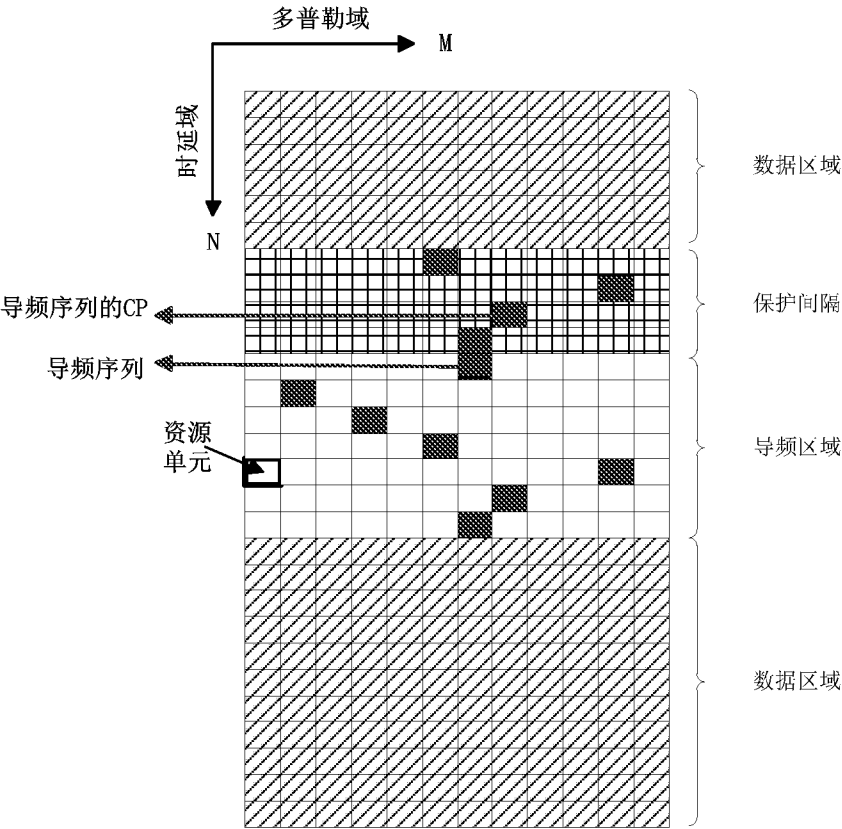


图 10

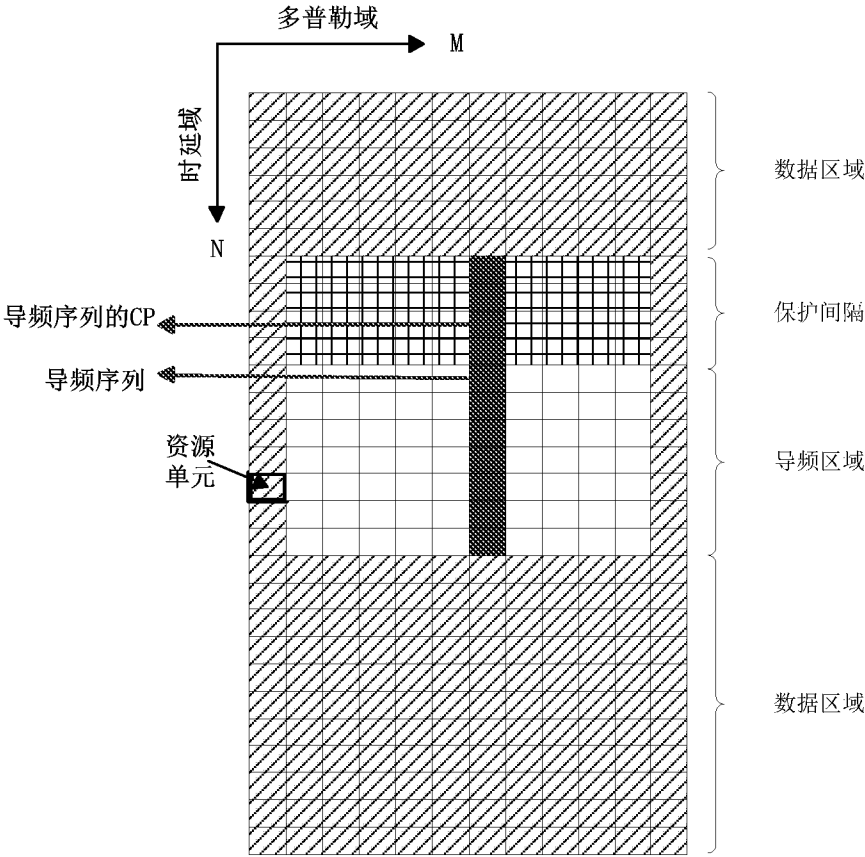


图 11

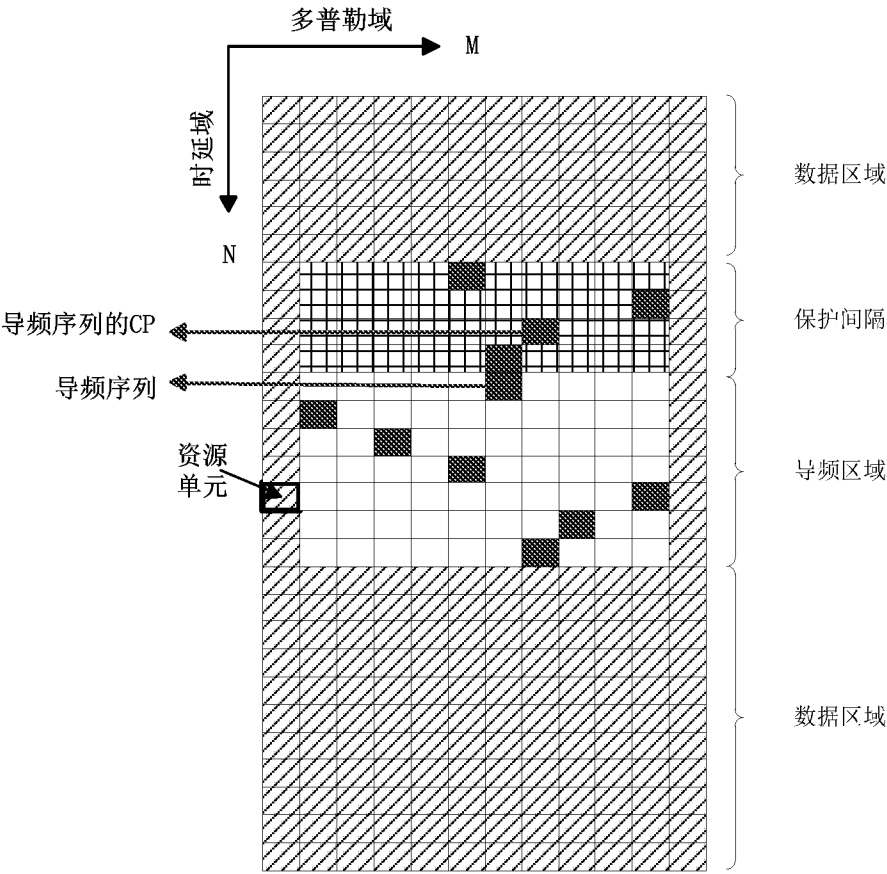


图 12

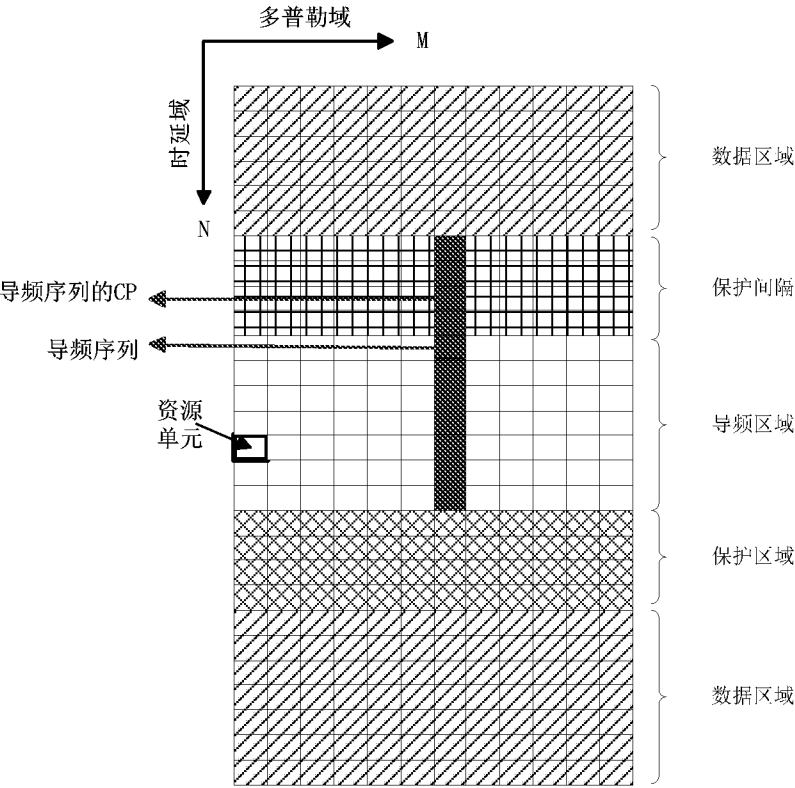


图 13

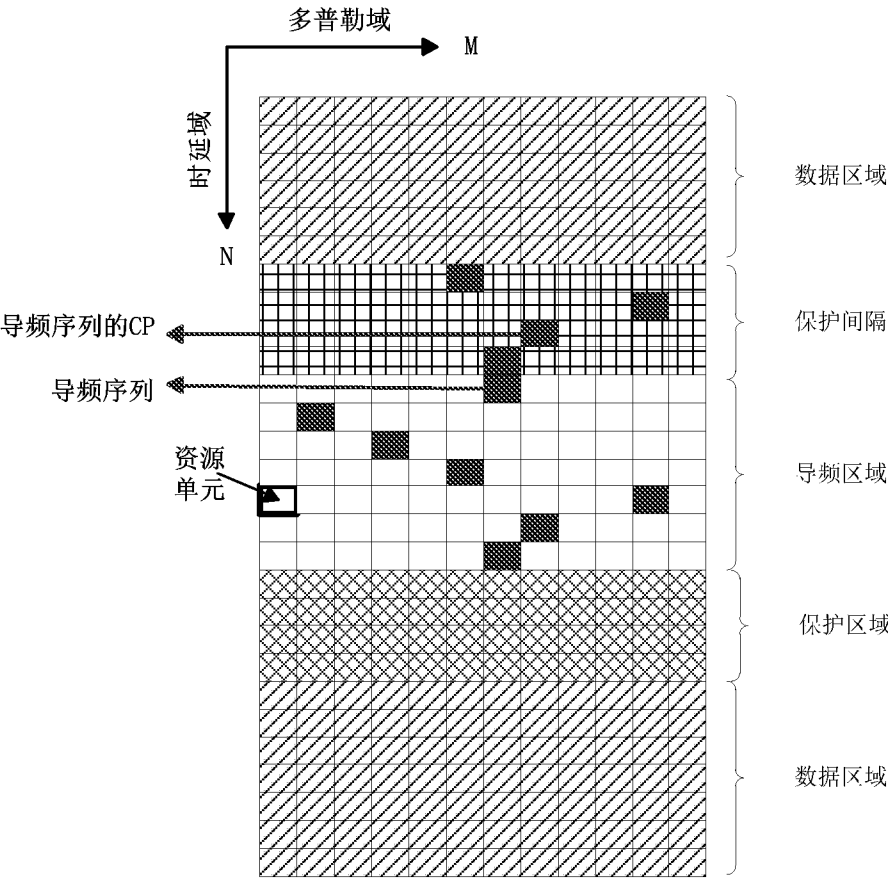


图 14

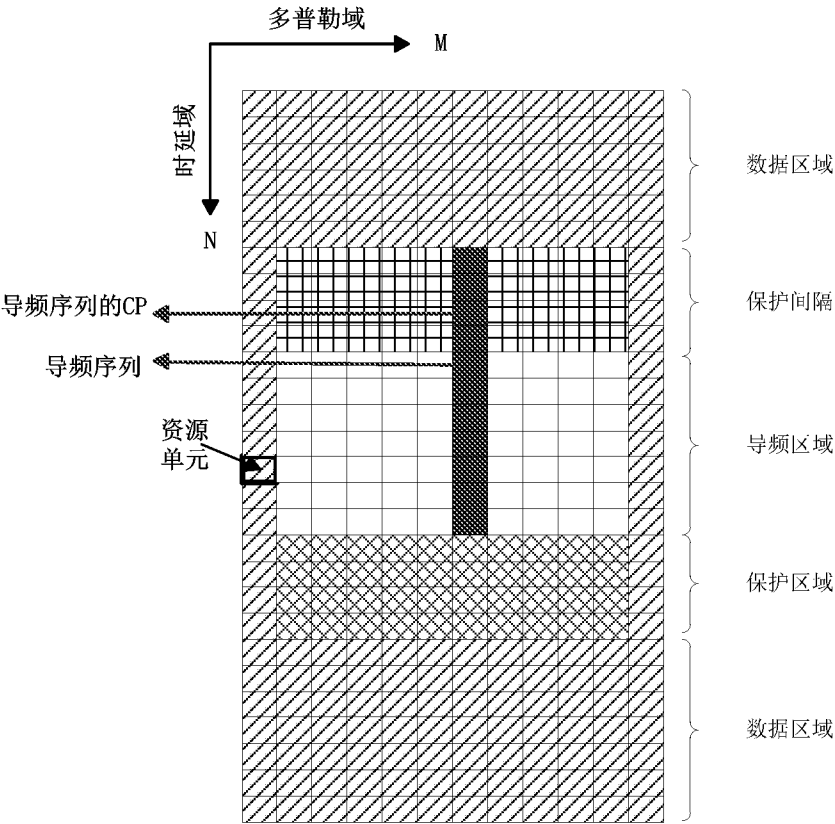


图 15

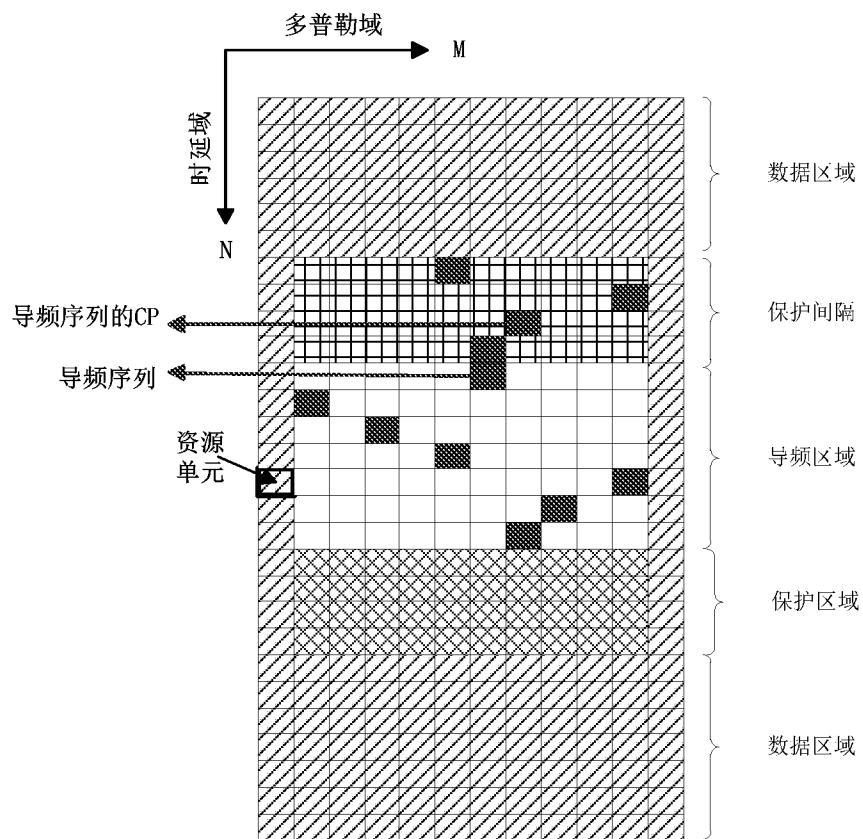


图 16

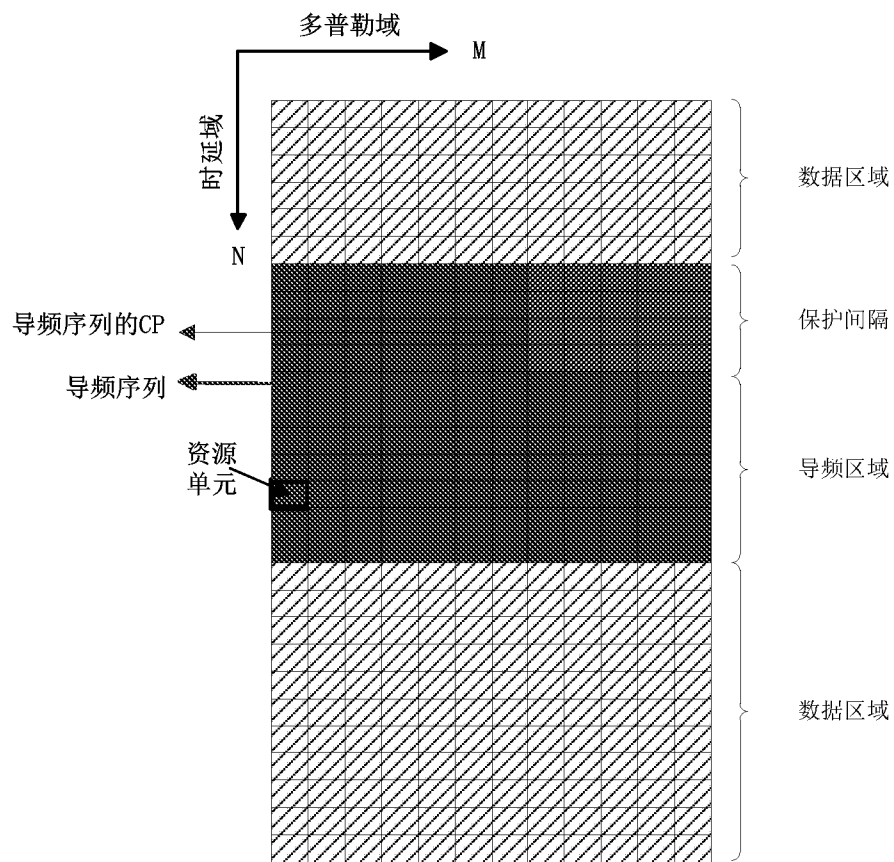


图 17

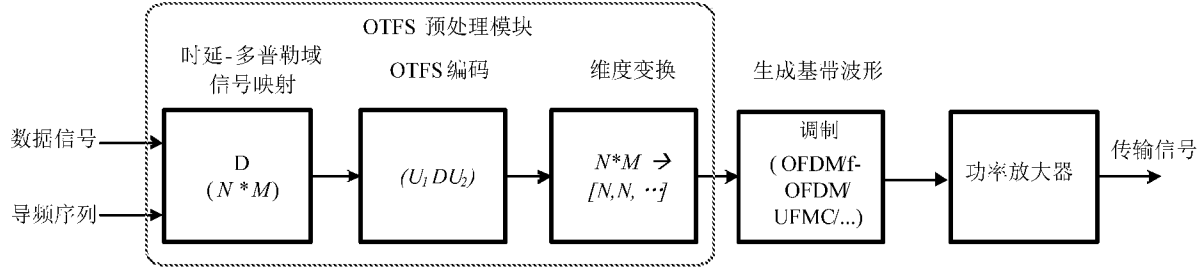


图 18

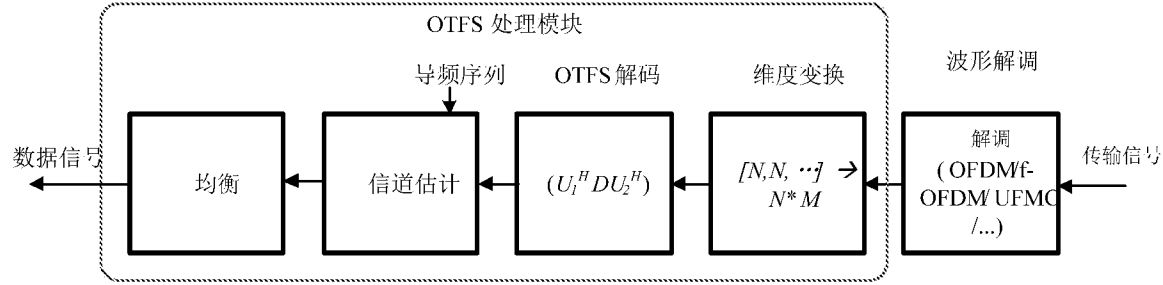


图 19

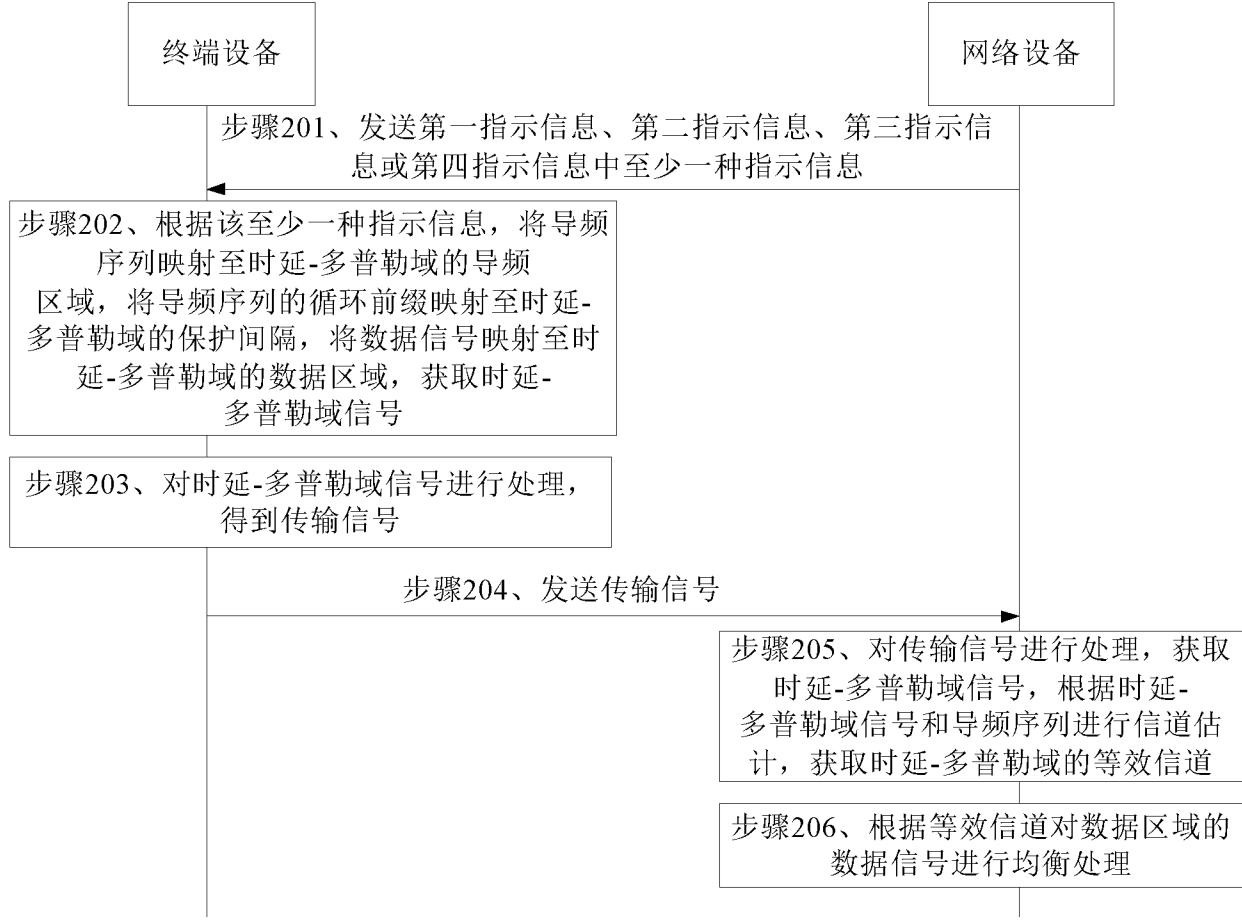


图 20

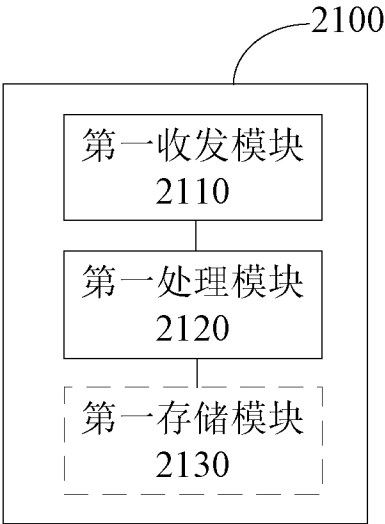


图 21

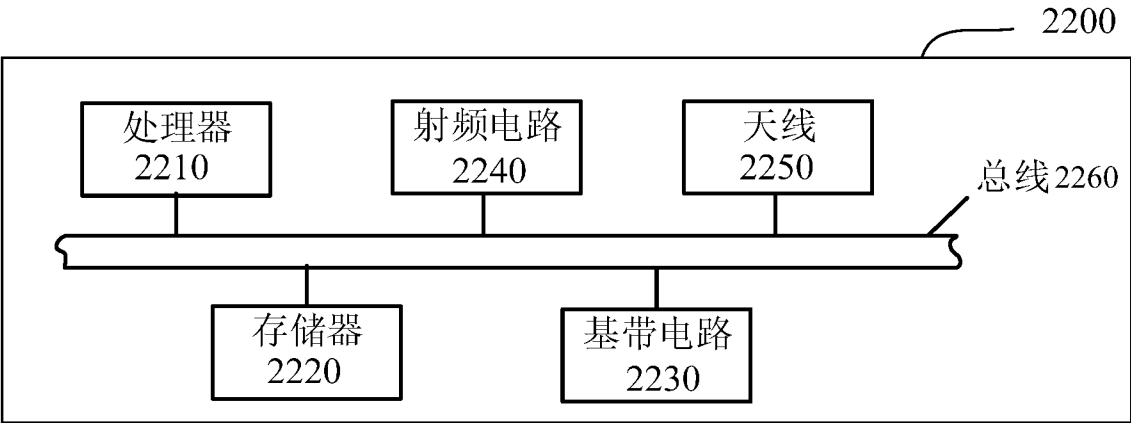


图 22

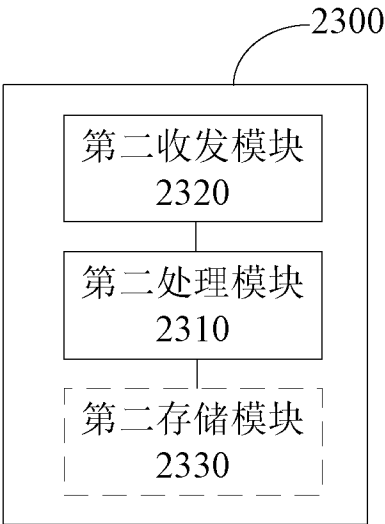


图 23

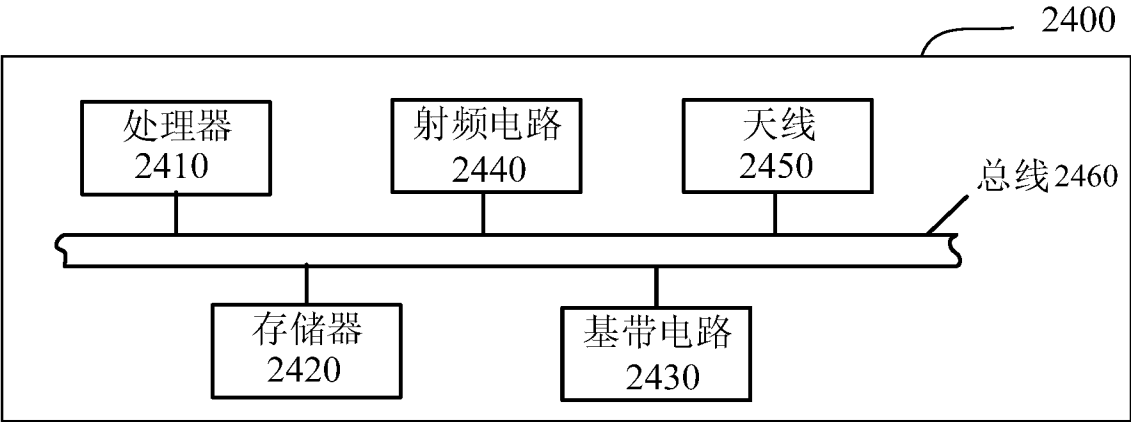


图 24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/088919

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 27/26(2006.01)i; H04L 23/02(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

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, EPODOC, WPI, IEEE, 3GPP: 正交时间频率空间, 正交时频空, 数据, 导频, 参考信号, 映射, 区域, 全部, 所有, 行, 延迟, 时延, 延时, 多普勒, 域, OTFS, data, pilot, RS, reference signal, map+, area, all, delay, doppler, domain, plane

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 108770382 A (COHERE TECHNOLOGIES) 06 November 2018 (2018-11-06) claims 1-30, description, paragraphs [0003]-[0424]	1-30
Y	CN 107819709 A (CHENGDU UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGY) 20 March 2018 (2018-03-20) description, paragraph [0059], figure 2	1-30
A	WO 2017100666 A1 (COHERE TECHNOLOGIES) 15 June 2017 (2017-06-15) entire document	1-30
A	RAVITEJA, P. et al. "Embedded Pilot-Aided Channel Estimation for OTFS in Delay-Doppler Channels" <i>IEEE Transactions on Vehicular Technology</i> , Vol. 68, No. 5, May 2019), 20 March 2019 (2019-03-20), entire document	1-30
A	COHERE TECHNOLOGIES et al. "OTFS Modulation Waveform and Reference Signals for New RAT" <i>3GPP TSG RA WG1 Meeting #84-bis R1-162930</i> , 02 April 2016 (2016-04-02), entire document	1-30

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 July 2020

Date of mailing of the international search report

29 July 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/088919

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108770382	A	06 November 2018	WO	2017044501	A1	16 March 2017
				EP	3348015	A1	18 July 2018
				KR	20190008827	A	25 January 2019
				US	2018262306	A1	13 September 2018
CN	107819709	A	20 March 2018	None			
WO	2017100666	A1	15 June 2017	US	2019342136	A1	07 November 2019
				EP	3387748	A1	17 October 2018
				CN	108781072	A	09 November 2018
				KR	20190008174	A	23 January 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/088919

A. 主题的分类

H04L 27/26(2006.01)i; H04L 23/02(2006.01)i

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

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H04L

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

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))

CNPAT, CNKI, EPDOC, WPI, IEEE, 3GPP: 正交时间频率空间, 正交时频空, 数据, 导频, 参考信号, 映射, 区域, 全部, 所有, 行, 延迟, 时延, 延时, 多普勒, 域, OTFS, data, pilot, RS, reference signal, map+, area, all, delay, doppler, domain, plane

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 108770382 A (凝聚技术公司) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 权利要求1-30、说明书第[0003]-[0424]段	1-30
Y	CN 107819709 A (成都信息工程大学) 2018年 3月 20日 (2018 - 03 - 20) 说明书第[0059]段、图2	1-30
A	WO 2017100666 A1 (COHERE TECHNOLOGIES) 2017年 6月 15日 (2017 - 06 - 15) 全文	1-30
A	RAVITEJA, P. 等. "Embedded Pilot-Aided Channel Estimation for OTFS in Delay-Doppler Channels" " IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 68, No. 5, May 2019), 2019年 3月 20日 (2019 - 03 - 20), 全文	1-30
A	COHERE TECHNOLOGIES等. "OTFS Modulation Waveform and Reference Signals for New RAT" " 3GPP TSG RA WG1 Meeting #84-bis R1-162930, 2016年 4月 2日 (2016 - 04 - 02), 全文	1-30

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布在先申请或专利

“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)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“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

“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

“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

“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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2020年 7月 19日

国际检索报告邮寄日期

2020年 7月 29日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

刘珊

电话号码 86-10-53961626

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/088919

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	108770382	A	2018年 11月 6日	WO	2017044501	A1	2017年 3月 16日
				EP	3348015	A1	2018年 7月 18日
				KR	20190008827	A	2019年 1月 25日
				US	2018262306	A1	2018年 9月 13日
CN	107819709	A	2018年 3月 20日	无			
WO	2017100666	A1	2017年 6月 15日	US	2019342136	A1	2019年 11月 7日
				EP	3387748	A1	2018年 10月 17日
				CN	108781072	A	2018年 11月 9日
				KR	20190008174	A	2019年 1月 23日