

# (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  
2024年12月19日 (19.12.2024)



(10) 国际公布号  
**WO 2024/254763 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
**H04L 25/02** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/099979
- (22) 国际申请日: 2023年6月13日 (13.06.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 北京小米移动软件有限公司 (BEIJING XIAOMI MOBILE SOFTWARE CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市海淀区西二旗中路33号院6号楼8层018号, Beijing 100085 (CN)。
- (72) 发明人: 张振宇 (ZHANG, Zhenyu); 中国北京市海淀区西二旗中路33号院6号楼8层018号, Beijing 100085 (CN)。 吴昱民 (WU, Yumin); 中国北京市海淀区西二旗中路33号院6号楼8层018号, Beijing 100085 (CN)。 赵群 (ZHAO, Qun); 中国北京市海

淀区西二旗中路33号院6号楼8层018号, Beijing 100085 (CN)。 黄驿轩 (HUANG, Yixuan); 中国北京市海淀区西二旗中路33号院6号楼8层018号, Beijing 100085 (CN)。 叶启彬 (YE, Qibin); 中国北京市海淀区西二旗中路33号院6号楼8层018号, Beijing 100085 (CN)。 胡泽林 (HU, Zelin); 中国北京市海淀区西二旗中路33号院6号楼8层018号, Beijing 100085 (CN)。 胡苏 (HU, Su); 中国北京市海淀区西二旗中路33号院6号楼8层018号, Beijing 100085 (CN)。

- (74) 代理人: 深圳市立智方成知识产权代理事务所 (普通合伙) (LIFANG & PARTNERS LTD.); 中国广东省深圳市福田区莲花街道紫荆社区商报东路11号英龙商务大厦1820, Guangdong 518000 (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,

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING COMMUNICATION AND SENSING DETECTION RESULT, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 确定通感探测结果的方法、装置及存储介质

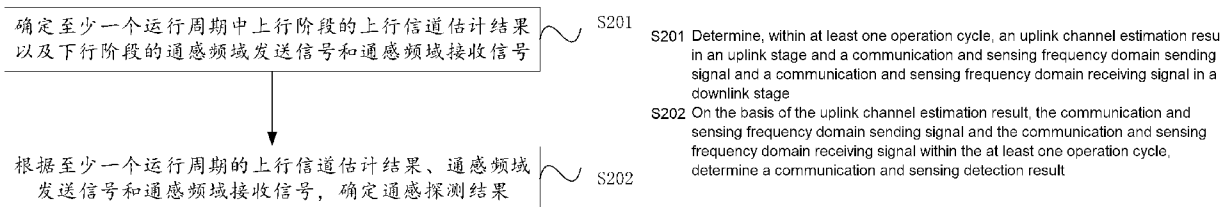


图 2a

(57) Abstract: Embodiments of the present disclosure relate to the field of communications, and provide a method and apparatus for determining a communication and sensing detection result, a communication device, and a storage medium. The method comprises: determining, within at least one operation cycle, an uplink channel estimation result in an uplink stage and a communication and sensing frequency domain sending signal and a communication and sensing frequency domain receiving signal in a downlink stage; and on the basis of the uplink channel estimation result, the communication and sensing frequency domain sending signal and the communication and sensing frequency domain receiving signal within the at least one operation cycle, determining a communication and sensing detection result, wherein one operation cycle comprises the uplink stage and the downlink stage, the communication and sensing frequency domain receiving signal is determined by demodulating an echo signal, the echo signal is a signal obtained after an integration signal sent by a network device in the downlink stage is reflected by a terminal, and the integration signal is determined by modulating the communication and sensing frequency domain sending signal. According to the embodiments of the present disclosure, the inherent radar multipath interference of a terminal can be effectively eliminated.

(57) 摘要: 本公开实施例提供了一种确定通感探测结果的方法、装置、通信设备及存储介质, 涉及通信领域。该方法包括: 确定至少一个运行周期中上行阶段的上行信道估计结果以及下行阶段的通感频域发送信号和通感频域接收信号; 根据至少一个运行周期的上行信道估计结果、通感频域发送信号和通感频域接收信号, 确定通感探测结果; 一个运行周期包括上行阶段和下行阶段; 通感频域接收信号是对回波信号进行解调确定的, 回波信号为网络设备在下行阶段发送的一体化信号经终端反射的信号; 一体化信号是对通感频域发送信号进行调制确定的。本公开实施例可以有效消除终端固有的雷达多径干扰。

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

## 确定通感探测结果的方法、装置及存储介质

### 5 技术领域

本公开涉及通信技术领域，具体而言，本公开涉及一种确定通感探测结果的方法、装置、通信设备及计算机可读存储介质。

### 背景技术

10 随着通信信息技术的快速发展，在 6G、车联网、无人机组网以及军事应用等领域中，为了实现通信类与感知类业务的深度融合，需对通感探测技术（也称为通信雷达一体化技术）进行深入研究。

在无线通信各种场景中普遍存在的多径效应，不可避免的在探测结果中出现多径干扰，使得通感探测出现较多虚假目标，增加雷达检测难度。

15 相关技术，例如雷达杂波处理方案、虚假目标消除方案都无法有效消除环境目标固有的雷达多径干扰，此难题对通感探测技术的发展与推广造成了阻碍。

### 发明内容

20 本公开实施例提供了一种确定通感探测结果的方法、装置通信及计算机可读存储介质，可以解决现有技术的上述问题。所述技术方案如下：

根据本公开实施例的一个方面，提供了一种确定通感探测结果的方法，该方法包括：

25 确定至少一个运行周期中上行阶段的上行信道估计结果以及下行阶段的通感频域发送信号和通感频域接收信号；

根据至少一个运行周期的上行信道估计结果、通感频域发送信号和通感频域接收信号，确定通感探测结果；

其中，一个运行周期包括上行阶段和下行阶段；

所述通感频域接收信号是对回波信号进行解调确定的，所述回波信号为所述网络设备在下行阶段发送的一体化信号经终端反射的信号；

所述一体化信号是对所述通感频域发送信号进行调制确定的。

5 根据本公开实施例的另一个方面，提供了一种确定通感探测结果的装置，该装置包括：

处理模块，用于确定至少一个运行周期中上行阶段的上行信道估计结果以及下行阶段的通感频域发送信号和通感频域接收信号；

10 处理模块，还用于根据至少一个运行周期的上行信道估计结果、通感频域发送信号和通感频域接收信号，确定通感探测结果；

其中，一个运行周期包括上行阶段和下行阶段；

所述通感频域接收信号是对回波信号进行解调确定的，所述回波信号为装置在下行阶段发送的一体化信号经终端反射的信号；

所述一体化信号是对所述通感频域发送信号进行调制确定的。

15

根据本公开实施例的另一个方面，提供了一种通信设备，该通信设备包括存储器、处理器及存储在存储器上的计算机程序，处理器执行计算机程序以实现上述方面提供的确定通感探测结果的方法。

20 根据本公开实施例的再一个方面，提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现上述方面提供的确定通感探测结果的方法。

本公开实施例提供的技术方案带来的有益效果是：

25 通过对回波信号的生成逻辑和传输过程进行分析，确定在现有的一体化信号的基础上，进一步结合传播的信道估计对回波信号进行处理，可以有效消除环境目标固有的雷达多径干扰，为了获得单程传播的信道估计，本公开实施例将每个运行周期细分为上、下行两个阶段，通过在上行阶段接收上行信号获得每个运行周期的信道估计。

## 附图说明

为了更清楚地说明本公开实施例中的技术方案，下面将对本公开实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍。

图 1 为本公开实施例提供的通信系统的架构示意图；

5 图 2a 为本公开实施例提供了一种确定通感探测结果的方法的流程示意图；

图 2b 为本公开实施例提供的运行周期的示意图；

图 2c 为本公开实施例提供的通过网络设备的发送端 (Tx) 发送一体化信号、接收回波并进行雷达处理的流程示意图；

10 图 3a 为相关技术提供了一种确定通感探测结果的方法获得的雷达图像示意图；

图 3b 为本公开实施例提供了一种确定通感探测结果的方法获得的雷达图像示意图；

15 图 4 为本公开实施例提供了一种确定通感探测结果的装置的结构示意图；

图 5 为本公开实施例提供了一种通信设备的结构示意图。

## 具体实施方式

20 下面结合本公开中的附图描述本公开的实施例。应理解，下面结合附图所阐述的实施方式，是用于解释本公开实施例的技术方案的示例性描述，对本公开实施例的技术方案不构成限制。

本技术领域技术人员可以理解，除非特意声明，这里使用的单数形式“一”、“一个”和“该”也可包括复数形式。应该进一步理解的是，本公开实施例所使用的术语“包括”以及“包含”是指相应特征可以实现为所呈现的特征、信息、数据、步骤、操作、元件和/或组件，但不排除实现为本技术领域所支持其他特征、信息、数据、步骤、操作、元件、组件和/或它们的组合等。应该理解，当我们称一个元件被“连接”或“耦接”到另一元件时，该一个元件可以直接连接或耦接到另一元件，也可以

指该一个元件和另一元件通过中间元件建立连接关系。此外，这里使用的“连接”或“耦接”可以包括无线连接或无线耦接。这里使用的术语“和/或”指示该术语所限定的项目中的至少一个，例如“A和/或B”可以实现为“A”，或者实现为“B”，或者实现为“A和B”。

5 为使本公开的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本公开实施方式作进一步地详细描述。

首先对本公开涉及的几个名词进行介绍和解释：

信道(channel)是信号的传输媒质，可分为有线信道和无线信道两类。有线信道包括明线、对称电缆、同轴电缆及光缆等；无线信道有地波传播、短波电离层反射、超短波或微波视距中继、人造卫星中继以及各种散射信道等。信号在无线信道中传播，接收信号不仅是通过单一直射路径得到，还包括不同路径到达的反射、衍射和数据信号，这种现象称为多径传播，该信道称为多径信道(Multi-path channel)。

10 正交频分复用 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) 技术，通过频分复用实现高速串行数据的并行传输，它具有较好的抗多径衰落的能力，能够支持多用户接入。

循环前缀(Cyclic Prefix, CP)是将 OFDM 符号尾部的信号复制到头部构成的。CP 的长度主要有两种，分别为常规循环前缀(Normal Cyclic Prefix)和扩展循环前缀 (Extended Cyclic Prefix)。循环前缀可以与其他多径分量信息相关联，得到完整的信息。此外循环前缀可以实现时间的预估计和频率同步。

25 离散傅里叶变换 (Discrete Fourier Transform, DFT)，是傅里叶变换在时域和频域上都呈离散的形式，将信号的时域采样变换为其 DTFT 的频域采样。在形式上，变换两端（时域和频域上）的序列是有限长的，而实际上这两组序列都应当被认为是离散周期信号的主值序列。即使对有限长的离散信号作 DFT，也应当将其看作其周期延拓的变换。在实际应用中通常采用快速傅里叶变换计算 DFT。

本公开提供的确定通感探测结果的方法、装置通信以及计算机可读存储介质，旨在解决现有技术的如上技术问题。

下面通过对几个示例性实施方式的描述，对本公开实施例的技术方案以及本公开的技术方案产生的技术效果进行说明。需要指出的是，下述实施方式之间可以相互参考、借鉴或结合，对于不同实施方式中相同的术语、相似的特征以及相似的实施步骤等，不再重复描述。

图 1 为本公开实施例提供的通信系统的架构示意图，通信系统 100 包括终端 (terminal) 101 和网络设备 102。

在一些实施例中，终端 101 例如包括手机 (mobile phone)、可穿戴设备、物联网设备、具备通信功能的汽车、智能汽车、平板电脑 (Pad)、带无线收发功能的电脑、虚拟现实 (virtual reality, VR) 终端设备、增强现实 (augmented reality, AR) 终端设备、工业控制 (industrial control) 中的无线终端设备、无人驾驶 (self-driving) 中的无线终端设备、远程手术 (remote medical surgery) 中的无线终端设备、智能电网 (smart grid) 中的无线终端设备、运输安全 (transportation safety) 中的无线终端设备、智慧城市 (smart city) 中的无线终端设备、智慧家庭 (smart home) 中的无线终端设备中的至少一者，但不限于此。

在一些实施例中，网络设备 102 可以包括接入网设备。

在一些实施例中，接入网设备例如是将终端接入到无线网络的节点或设备，可以包括 5G 通信系统中的演进节点 B (evolved NodeB, eNB)、下一代演进节点 B (next generation eNB, ng-eNB)、下一代节点 B (next generation NodeB, gNB)、节点 B (node B, NB)、家庭节点 B (home node B, HNB)、家庭演进节点 B (home evolved nodeB, HeNB)、无线回传设备、无线网络控制器 (radio network controller, RNC)、基站控制器 (base station controller, BSC)、基站收发台 (base transceiver station, BTS)、基带单元 (base band unit, BBU)、移动交换中心、6G 通信系统中的基站、开放型基站 (Open RAN)、云基站 (Cloud RAN)、其他通信系统

中的基站、无线保真（wireless fidelity, WiFi）系统中的接入节点中的至少一者，但不限于此。

5 在一些实施例中，本公开实施例的技术方案可适用于 Open RAN 架构，此时，本公开实施例所涉及的网络设备间或者网络设备内的接口可变为 Open RAN 的内部接口，这些内部接口之间的流程和信息交互可以通过软件或者程序实现。

10 在一些实施例中，接入网设备可以由集中单元（central unit, CU）与分布式单元（distributed unit, DU）组成的，其中，CU 也可以称为控制单元（control unit），采用 CU-DU 的结构可以将网络设备的协议层拆分开，部分协议层的功能放在 CU 集中控制，剩下部分或全部协议层的功能分布在 DU 中，由 CU 集中控制 DU，但不限于此。

15 可以理解的是，本公开实施例描述的通信系统是为了更加清楚的说明本公开实施例的技术方案，并不构成对于本公开实施例提出的技术方案的限定，本领域普通技术人员可知，随着系统架构的演变和新业务场景的出现，本公开实施例提出的技术方案对于类似的技术问题同样适用。

20 下述本公开实施例可以应用于图 1 所示的通信系统 100、或部分主体，但不限于此。图 1 所示的各主体是例示，通信系统可以包括图 1 中的全部或部分主体，也可以包括图 1 以外的其他主体，各主体数量和形态为任意，各主体之间的连接关系是例示，各主体之间可以不连接也可以连接，其连接可以是任意方式，可以是直接连接也可以是间接连接，可以是有线连接也可以是无连接。

25 本公开实施例各实施例可以应用于长期演进（Long Term Evolution, LTE）、LTE-Advanced（LTE-A）、LTE-Beyond（LTE-B）、SUPER 3G、IMT-Advanced、第四代移动通信系统（4th generation mobile communication system, 4G）、第五代移动通信系统（5th generation mobile communication system, 5G）、5G 新空口（new radio, NR）、未来无线接入（Future Radio Access, FRA）、新无线接入技术（New-Radio Access Technology, RAT）、新无线（New Radio, NR）、新无线接入（New radio access, NX）、未

来一代无线接入 (Future generation radio access, FX)、Global System for Mobile communications (GSM (注册商标))、CDMA2000、超移动宽带 (Ultra Mobile Broadband, UMB)、IEEE 802.11 (Wi-Fi (注册商标))、IEEE 802.16 (WiMAX (注册商标))、IEEE 802.20、超宽带 (Ultra-WideBand, UWB)、蓝牙 (Bluetooth (注册商标))、陆上公用移动通信网 (Public Land Mobile Network, PLMN) 网络、设备到设备 (Device-to-Device, D2D) 系统、机器到机器 (Machine to Machine, M2M) 系统、物联网 (Internet of Things, IoT) 系统、车联网 (Vehicle-to-Everything, V2X)、利用其他通信方法的系统、基于它们而扩展的下一代系统等。此外, 也可以将多个系统组合 (例如, LTE 或者 LTE-A 与 5G 的组合等) 应用。

本申请实施例中提供了一种确定通感探测结果的方法, 应用于网络设备, 如图 2a 所示, 该方法包括:

S201、确定至少一个运行周期中上行阶段的上行信道估计结果以及下行阶段的通感频域发送信号和通感频域接收信号。

在一些实施例中, 运行周期的数量为雷达处理估计符号数  $N_f$ 。

本公开实施例的每个运行周期进一步分为了上行阶段和下行阶段, 在上行阶段, 终端向网络设备发送包含训练序列或者导频的上行信号, 在下行阶段, 网络设备向终端发送下行的通信雷达一体化信号 (也称之为一体化信号) 并接收一体化信号经终端反射的回波信号。

在一些实施例中, 每个运行周期内的上行阶段和下行阶段的时长一致。

在一些实施例中, OFDM 的子载波总数为  $N$ , 基础符号周期为  $T$ 、循环前缀周期为  $T_{CP}$ , 符号周期分别为  $T_{sym}$ , 且  $T_{sym}=T+T_{CP}$ , 循环前缀长度  $N_{CP}=NT_{CP}/T$ , 子载波间距为  $\Delta f=1/T$ 。

请参见图 2b, 其示例性地示出了本公开实施例提供的运行周期的示意图, 如图所示, 本公开实施例的上行阶段和下行阶段的持续时间都为  $T_{sym}$ , 在上行阶段, 终端向网络设备发送包含训练序列或导频的上行信号,

网络设备进行上行信道估计与通信接收，在下行阶段，网络设备向终端发送一体化信号、接收回波信号并进行雷达处理。

在一个实施例中，终端发送的上行信号为包含导频或训练的 OFDM 符号，从而，网络设备通过已有的信道估计方式进行上行信道估计。

5 在一些实施例中，网络设备获得的上行信道估计结果为相应上行阶段的单程传播的信道时域响应。

在一个实施例中，单程的传播信道为莱斯信道（Rician 信道）。

应当理解的是，单程传播是指从信号从第一通信设备传播至第二通信设备，而双程传播是指信号从第一通信设备传播至第二通信设备，再返回  
10 第一通信设备，可以理解的是，当第一通信设备指终端时，第二通信设备指网络设备，当第一通信设备指网络设备时，第二通信设备指终端。相应地，上行阶段的单程传播，是指由信号由终端向网络设备传播。

需要注意的是，为了方便推导和理解，本公开实施例对上行信道进行了理想估计。

15 本公开实施例的网络设备在每个下行阶段向终端发送下行的一体化信号并接收回波信号。

请参见图 2c，其示例性地本公开实施例提供的通过网络设备的发送端（Tx）发送一体化信号、接收回波信号并进行雷达处理的流程示意图，如图所示，对于第  $\mu$  个运行周期，包括：

20 将二进制数据通过正交幅度调制（Quadrature Amplitude Modulation, QAM）或者相位幅度调制（phase amplitude modulation, PAM）为通感频域符号（也称之为 RadCom 频域符号） $\{X_\mu[k]\}_{k=0}^{N-1}$ ，可以理解的是， $X_\mu[k]$  为发送的第  $\mu$  个运行周期的第  $k$  个子载波的通感频域符号；

将通感频域符号经过串并转换（serial/parallel conversion, S/P），得  
25 到第一通感频域符号矢量（也即通感频域发送信号） $\mathbf{X}_\mu=[X_\mu[0], X_\mu[1], \dots, X_\mu[N-1]]^T$ ，其中，上标  $T$  表示转置运算；

一路通感频域发送信号被用于通感探测结果的获得，另一路通感频域发送信号则经过离散傅里叶逆变换 IDFT（Inverse Discrete Fourier

Transform) 映射到时域, 可以理解的是, 对应的通感时域符号矢量为  $\mathbf{x}=\text{IDFT}(\mathbf{X})$ , 公式中 IDFT 即标识 IDFT 运算;

通感时域符号矢量的第  $\mu$  个通感时域发射信号 (也成为第  $\mu$  个下行 OFDM 符号的时域采样) 表示为:

$$5 \quad x_{\mu}[n]=\frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=0}^{N-1} X_{\mu}[k] e^{\frac{j 2 \pi k n}{N}}, \quad n=0,1, \dots, N-1; \quad \mu=0,1, \dots, N_f-1;$$

其中,  $N_f$  为运行周期数。

对通感时域发射信号通过调制所得信号作为一体化信号发送至信道中, 即完成发送下行的一体化信号的流程。

10 在一些实施例中, 调制包括对通感时域发射信号进行并串转换 (P/S) 后, 添加循环前缀 CP, 并进行数模转化 (D/A) 等等。

网络设备在向终端发送一体化信号后, 进一步对经过信道作用的到达信号 (即该一体化信号经终端发射的回波信号) 进行接收;

15 接收的回波信号通过解调得到第二通感频域符号矢量 (也即通感频域接收信号)  $\mathbf{Y}_{\mu}=\left\{Y_{\mu}[k]\right\}_{k=0}^{N-1}$ ,  $Y_{\mu}[k]$  表示为接收的第  $\mu$  个运行周期的第  $k$  个子载波的回波频域项;

在一个实施例中, 解调包括对回波信号进行模数转换 (A/D) 后, 去除 CP, 然后通过 S/P, 由离散傅里叶变换 DFT 映射到频域。

获得的通感频域接收信号同样被分为两路, 一路用于雷达处理, 另一路进行信道均衡, 以补充信道失真;

20 在一个实施例中, 均衡可以采用最小均分误差 (Minimum Mean-Squared Error, MMSE) 或迫零 (Zero Forcing, ZF) 均衡器;

MMSE 均衡系数为:

$$C[k]=\frac{H^*[k]}{|H[k]|^2+\left(\varepsilon_b / N_0\right)^{-1}}$$

ZF 均衡系数为:

$$25 \quad C[k]=\frac{1}{H[k]}$$

其中， $H[k]=\{\text{DFT}(\{h[n]\}_{n=0}^{N_{ch}-1})\}_k$ ，表示单程传播的第  $k$  个子载波的信道频域响应系数， $H^*[k]$  表示对  $H[k]$  进行共轭运算， $\varepsilon_b$  和  $N_0$  分别为信号每比特能量与加性高斯白噪声 AWGN (Additive White Gaussian Noise) 的功率谱密度；

- 5 均衡后的信号可表示为通感频域接收信号与均衡系数相乘的 IDFT 结果：

$$\hat{y}=\text{IDFT}(Y[k]C[k]), n=0,1,\dots,N-1;$$

S202、根据至少一个运行周期的上行信道估计结果、通感频域发送信号和通感频域接收信号，确定通感探测结果。

- 10 本公开实施例对于每个运行周期，可以根据接收的该运行周期的上行信号，可以确定该运行周期的上行信道估计结果，当上行阶段和下行阶段在相干时间内时，可以认为上行阶段和下行阶段内的信道信息未发生改变，由于信道的互易性，上行阶段在同一运行周期内相邻的下行阶段中，一体化信号经历了两次近似相同的信道传播，基于此，本公开实施例根据接收
- 15 的上行信号进行上行信道估计得到的单程的上行信道估计结果，得出回波信号经过两程传播的信道估计结果，从而利用两程的信道估计结果以及一体化信号，对回波信号进行处理，有效消除终端固有的雷达多径干扰。

- 本公开实施例通过对回波信号的生成逻辑和传输过程进行分析，确定在现有的一体化信号的基础上，进一步结合传播的信道估计对回波信号进
- 20 行处理，可以有效消除终端固有的雷达多径干扰，为了获得传播的信道估计，本公开实施例将每个运行周期细分为了上、下行两个阶段，通过在上行阶段接收上行信号，对上行信号进行解析，获得每个运行周期的上行信道估计结果。

- 25 在上述各实施例的基础上，作为一种可选实施例，根据至少一个运行周期的上行信道估计结果、通感频域发送信号和通感频域接收信号，确定通感探测结果，包括：

根据运行周期的上行信道估计结果，确定运行周期的回波信道频域响应；

根据至少一个运行周期的回波信道频域响应、通感频域发射信号和通感频域接收信号，确定所述通感探测结果。

5 在一些实施例中，通感频域发射信号，是指发送的一体化信号中的 OFDM 频域符号。

在一些实施例中，通感频域接收信号，是指接收的回波信号中的频域符号。

在一些实施例中，OFDM 频域符号，是指 OFDM 符号的频域采样。

10 在一些实施例中，回波信道频域响应为回波信号经过两程传播的信道频域响应。

在一些实施例中，信道频域响应，是指信道冲击响应的频域采样，同理，信道时域响应，是指信道冲击响应的时域采样。

由上述图 2c 可知，本公开实施例在每个运行周期的下行阶段发送一  
15 体化信号的过程中，会保留一路通感频域发送信号，同时在接收回波信号的过程，也会保留一路通感频域接收信号，从而具体基于各个运行周期的回波信道频域响应、通感频域发射信号和通感频域接收信号，确定终端在多个运行周期内的通感探测结果。

20 在上述各实施例的基础上，作为一种可选实施例，上行信道估计结果包括单程传播的信道时域响应。

根据运行周期的上行信道估计结果，确定运行周期的回波信道频域响应，包括：

对运行周期的单程传播的信道时域响应进行 DFT 操作，获得运行周  
25 期的单程传播的信道频域响应；

根据运行周期的单程传播的信道频域响应，确定运行周期的回波信道频域响应。

需要说明的是，本公开的上行信号可以包括训练序列或导频，从而通过现有的信道估计方法，基于训练序列或者导频进行信道估计，确定运行周期的单程传播的信道时域响应 $\{h_\mu[n]\}_{n=0}^{N_{ch}-1}$ ，其中， $h_\mu[n]$ 表示第 $\mu$ 个运行周期的第 $n$ 个信道的信道时域响应系数；

5 值得注意的是，由于网络设备在下行阶段中要对终端进行探测，其信号经历了两程传播，为了保证雷达测距性能，两程传播总时间不能长于OFDM符号的循环前缀持续时间，也即本公开实施例的多径信道长度 $N_{ch}$ 满足 $N_{ch} < N_{cp}/2$ ， $N_{ch} = N T_{max}/T$ ，最大传输时延 $T_{max} < T_{cp}/2$ 。

10 在获得单程传播的信道时域响应后，由DFT映射到频域，即可得到单程传播的信道频域响应（可表示为 $\text{DFT}\{h_\mu[n]\}_{n=0}^{N_{ch}-1}$ ）。

由于回波信号进行了两程传播，因此该回波信道频域响应的第 $k$ 个子载波的信道频域响应系数，可根据该下行阶段的该子载波的两个单程的信道频域响应确定。

15 在一些实施例中，通过对两个信道时域响应进行线性卷积运算，即可获得该运行周期的回波信道频域响应。

本公开实施例的第 $\mu$ 个运行周期的回波信道频域响应中的第 $k$ 个子载波的信道频域响应系数 $H_{r,\mu}[k]$ 可以表示为：

$$H_{r,\mu}[k] = \text{DFT}\{h_\mu[n] * h_\mu[n]\} = (H_\mu[k])^2, \quad k=0,1, \dots, N-1$$

20 也即，根据运行周期的单程传播的信道时域响应，确定运行周期的回波信道频域响应，包括：

对运行周期的单程传播的信道时域响应 $\{h_\mu[n]\}_{n=0}^{N_{ch}-1}$ 进行DFT操作，获得运行周期的单程传播的信道频域响应 $H_\mu[k]$ ；

根据运行周期的单程传播的信道频域响应 $H_\mu[k]$ ，确定运行周期的回波信道频域响应 $H_{r,\mu}[k]$ 。

25

在一些实施例中，每个通感频域发射信号包括相应下行阶段的所有子载波的OFDM频域符号。第 $\mu$ 个下行阶段的第 $k$ 个子载波的OFDM频域符号可表示为 $X_\mu[k]$ 。

在一些实施例中，每个回波信道频域响应包括相应下行阶段的所有子载波的信道频域响应系数。第  $\mu$  个下行阶段的回波信道频域响应可以表示为  $H_{r,\mu}$ ，相应地，该回波信道频域响应的第  $k$  个子载波的信道频域响应系数可表示为  $H_{r,\mu}[k]$ 。

5 在一些实施例中，每个通感频域接收信号包括相应下行阶段的所有子载波的回波频域项  $Y_\mu$ ，每个回波频域项包括与相应子载波的 OFDM 频域符号相关的第一子项、与相应子载波的信道频域响应系数相关的第二子项以及与终端的通感探测结果相关的第三子项。

具体地，当上下行周期在相干时间内时，可认为上下行周期内信道信息未发生改变。由于信道的互易性，相邻的下行阶段中，一体化信号经历了两次近似相同的信道传播，则第  $\mu$  个下行阶段的第  $n$  个子载波的 OFDM 频域符号对应的通感频域接收信号可表示为：

$$y_\mu[n] = x_{\mu,echo}[n] * h_\mu[n] * h_\mu[n] + \eta_\mu[n],$$

$$n=0,1,\dots,N-1; \mu=0,1,\dots,N_f-1;$$

15 其中， $\eta_\mu[n]$  表示加性高斯白噪声（White Gaussian Noise, AWGN）， $h_\mu[n]$  表示第  $\mu$  个下行阶段的第  $n$  个子载波的时域响应系数，\* 表示线性卷积运算。

$x_{\mu,echo}[n]$  表示第  $\mu$  个下行阶段的第  $n$  个子载波的 OFDM 频域符号的时域采样  $x_\mu[n]$  的反射回波项，可用以下公式表示：

$$20 \quad x_{\mu,echo}[n] = \frac{1}{\sqrt{N}} e^{j2\pi f_D PRI} \sum_{k=0}^{N-1} x_\mu[k] e^{-\frac{j2\pi kL}{N}} e^{\frac{j2\pi kn}{N}}$$

其中， $L$  和  $f_D$  为探测终端的回波延迟和多普勒频偏；

$$L = \lfloor 2RN \Delta f / c \rfloor;$$

$$f_D = 2v f_c / c;$$

$f_c$  为载波频率， $c$  为光速；

25  $R$  和  $v$  分别为终端与本公开执行主体间的距离与相对速度，属于待求的参数；

$PRI$  为脉冲重复间隔。

在一个实施例中， $PRI=2T_{sym}$ 。

在上述各实施例的基础上，作为一种可选实施例，根据至少一个运行周期的回波信道频域响应、通感频域发射信号和通感频域接收信号，确定终端在多个运行周期内的通感探测结果，包括：

根据下行阶段的通感频域发射信号中子载波的 OFDM 频域符号和回波信道频域响应中相应子载波的信道频域响应系数，对相应子载波的回波频域项的第一子项和第二子项进行消除，获得下行阶段的相应子载波的回波频域项的第三子项；

10 根据至少一个下行阶段的各子载波各自对应的第三子项，确定通感探测结果。

通过将上述  $x_{\mu,echo}[n]$  的表达式带入回波接收信号的表达式中，同时，结合上述信道频域响应系数  $H_{r,\mu}[k]$  的表达式，可获得第  $\mu$  下行阶段的第  $k$  个子载波的回波频域项的表达式  $Y_{\mu}[k]$ ：

$$15 \quad Y_{\mu}[k] = (H_{\mu}[k])^2 X_{\mu}[k] e^{-\frac{j2\pi kL}{N}} e^{j2\pi\mu f_D PRI}$$

由上述表达式可以看出，本公开实施例的每个回波频域项包括 3 个子项，其中，第一子项为  $X_{\mu}[k]$ ，第二子项为  $(H_{\mu}[k])^2$ ，第三子项为  $e^{-\frac{j2\pi kL}{N}} e^{j2\pi\mu f_D PRI}$ 。

20 进一步分析每个回波频域项的第三子项可知，第三子项包括距离因子  $e^{-\frac{j2\pi kL}{N}}$  和速度因子  $e^{j2\pi\mu f_D PRI}$ ；

可以看出，距离因子与子载波  $k$  和终端的回波延迟  $L$  相关；

速度因子与运行周期  $\mu$  和终端的多普勒频偏  $f_D$  相关。

因此，本公开实施例可以建立一个商矩阵，该商矩阵中的每个元素中的除数一个下行阶段的一个子载波的通感频域发射信号中子载波的 OFDM 频域符号和回波信道频域响应中子载波的信道频域响应系数的乘积，被除数为该下行阶段的该子载波的回波频域项，从而将回波频域项中

的第一子项和第二子项消除，获得下行阶段的子载波的回波频域项的第三子项；

具体地，本公开实施例按照每个完整的 OFDM 频域符号为一列的方式排成矩阵形式，即得到如下的矩阵：

$$\begin{aligned}
 \mathbf{M}_X &= \begin{Bmatrix} X_0[0] & X_1[0] & \dots & X_{N_f-1}[0] \\ X_0[1] & X_1[1] & \dots & X_{N_f-1}[1] \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_0[N-1] & X_1[N-1] & \dots & X_{N_f-1}[N-1] \end{Bmatrix}_{N \times N_f} \\
 \mathbf{M}_H &= \begin{Bmatrix} H_0[0] & H_1[0] & \dots & H_{N_f-1}[0] \\ H_0[1] & H_1[1] & \dots & H_{N_f-1}[1] \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ H_0[N-1] & H_1[N-1] & \dots & H_{N_f-1}[N-1] \end{Bmatrix}_{N \times N_f} \\
 \mathbf{M}_Y &= \begin{Bmatrix} Y_0[0] & Y_1[0] & \dots & Y_{N_f-1}[0] \\ Y_0[1] & Y_1[1] & \dots & Y_{N_f-1}[1] \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ Y_0[N-1] & Y_1[N-1] & \dots & Y_{N_f-1}[N-1] \end{Bmatrix}_{N \times N_f}
 \end{aligned}$$

为了预防畸变，将  $\mathbf{M}_X$  中的所有为 0 的元素更新为 1，再进行矩阵元素的除法操作，得到商矩阵  $\mathbf{M}_D = \mathbf{M}_Y / (\mathbf{M}_X \cdot \mathbf{M}_H)$ ，其中  $(\cdot)$  表示矩阵元素级乘法运算，该商矩阵的元素可以表示为：

$$\frac{Y_\mu[k]}{X_\mu[k]H_{r,\mu}[k]} = \frac{(H_\mu[k])^2 X_\mu[k] e^{-\frac{j2\pi kL}{N}} e^{j2\pi\mu f_D P R I}}{X_\mu[k](H_\mu[k])^2} = e^{-\frac{j2\pi kL}{N}} e^{j2\pi\mu f_D P R I}$$

由于每个运行周期的每个子载波 OFDM 频域符号、信道频域响应系数以及回波频域项都是可以确定的，因此，上述商矩阵的元素值也是可以确定的，通过联立商矩阵的所有元素值，即可获得距离信息和相对速度信息。

在上述各实施例的基础上，作为一种可选实施例，根据各下行阶段的各子载波各自对应的第三子项，确定终端的通感探测结果，包括：

对下行阶段的各子载波各自对应的第三子项，进行离散傅里叶逆变换 IDFT 操作，获得下行阶段的各子载波各自对应的第四子项；

对于载波在各下行阶段各自对应的第四子项进行离散傅里叶变换 DFT 操作，获得各下行阶段的子载波各自对应的第五子项；

根据至少一个下行阶段的至少一个子载波对应的第五子项，确定通感探测结果。

- 5 具体地，本公开实施例可以对上述商矩阵  $\mathbf{M}_D$  的每一列进行  $N$  个元素的 IDFT 操作，从而商矩阵  $\mathbf{M}_D$  中的元素被更新为子载波对应的第四子项，以提取终端的距离信息，再对经过 IDFT 操作后的矩阵的每一行进行  $N_f$  个元素的 DFT 操作，从而矩阵中的元素进一步更新为子载波对应的第五子项，以提取终端的速度信息，由经过 DFT 操作得到矩阵的元素的绝对值，即可得到三维雷达显示图像，进而获得通感探测结果。

本公开采用的确定通感探测结果的方法可探测的目标最大距离为  $r_{\max} = Tc/2$ ，最大相对速度为  $v_{\max} = \pm c/(8f_c T_{\text{sym}})$ ，其中， $c$  与  $f_c$  分别为光速与载波频率，且此方法的距离分辨率为  $c/(2N\Delta f)$ ，速度分辨率为  $c/(4N_f f_c T_{\text{sym}})$ 。

- 15 假设环境中存在距离为 20m、相对速度为 5m/s 的单通信目标用户，其上行信道估计结果采用理想信道估计结果，其仿真参数为：子载波数为 1620，累积符号数为 560，载波频率为 5GHz，子载波间隔为 60 kHz，CP 周期为 1.2 $\mu$ s，带宽 97.2 MHz，最大作用距离为 179.9 m，最大探测速度为  $\pm 419.5$  m/s，距离分辨率为 1.54 m，速度分辨率为 1.5m/s，图 3a 和图 20 3b 分别为相关技术与本公开各自获得的距离-速度雷达图像的示意图，由图 3a 可看出，经历双程的多径信道后，一体化回波信号在雷达处理之后的距离-速度雷达图像中呈现出多个距离轴上的多径虚假目标峰。而由图 3b 可知，经过本公开所提的多径干扰消除处理，其雷达图像中的多径虚假目标峰被清除，仅剩所需的通信目标探测峰值，其距离与相对速度准确 25 无误，可以看出，本公开实施例可有效消除雷达图像中的通信目标用户的雷达多径干扰。

本公开实施例提供了一种确定通感探测结果的装置，如图 4 所示，该装置可以包括：处理模块 401，用于确定至少一个运行周期中上行阶段的

上行信道估计结果以及下行阶段的通感频域发送信号和通感频域接收信号；

处理模块 401 还用于根据至少一个运行周期的上行信道估计结果、通感频域发送信号和通感频域接收信号，确定通感探测结果；

5 其中，一个运行周期包括上行阶段和下行阶段；

通感频域接收信号是对回波信号进行解调确定的，回波信号为装置在下行阶段发送的一体化信号经终端反射的信号；

一体化信号是对通感频域发送信号进行调制确定的。

10 本公开实施例的装置可执行本公开实施例所提供的方法，其实现原理相类似，本公开各实施例的装置中的各模块所执行的动作是与本公开各实施例的方法中的步骤相对应的，对于装置的各模块的详细功能描述具体可以参见前文中所示的对应方法中的描述，此处不再赘述。

本公开实施例中提供了一种通信设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上的计算机程序，该处理器执行上述计算机程序以实现确定通感探测结果的方法的步骤，与相关技术相比可实现：通过对回波信号的生成逻辑和传输过程进行分析，确定在现有的一体化信号的基础上，进一步结合传播的信道估计对回波信号进行处理，可以有效消除终端固有的雷达多径干扰，为了获得传播的信道估计，本公开实施例将每个运行周期细分为上、下行两个阶段，通过在上行阶段接收上行信号，对上行信号进行解析，  
20 获得每个运行周期的信道估计。

在一个可选实施例中提供了一种通信设备，如图 5 所示，图 5 所示的通信设备 4000 包括：处理器 4001 和存储器 4003。其中，处理器 4001 和存储器 4003 相连，如通过总线 4002 相连。可选地，通信设备 4000 还可以包括收发器 4004，收发器 4004 可以用于该通信设备与其他通信设备之间的数据交互，如数据的发送和/或数据的接收等。需要说明的是，实际应用中收发器 4004 不限于一个，该通信设备 4000 的结构并不构成对本公开实施例的限定。

处理器 4001 可以是 CPU (Central Processing Unit, 中央处理器), 通用处理器, DSP (Digital Signal Processor, 数据信号处理器), ASIC (Application Specific Integrated Circuit, 专用集成电路), FPGA (Field Programmable Gate Array, 现场可编程门阵列) 或者其他可编程逻辑器件、晶体管逻辑器件、硬件部件或者其任意组合。其可以实现或执行结合本公开公开内容所描述的各种示例性的逻辑方框, 模块和电路。处理器 4001 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。

总线 4002 可包括一通路, 在上述组件之间传送信息。总线 4002 可以是 PCI (Peripheral Component Interconnect, 外设部件互连标准) 总线或 EISA (Extended Industry Standard Architecture, 扩展工业标准结构) 总线等。总线 4002 可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示, 图 5 中仅用一条粗线表示, 但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

存储器 4003 可以是 ROM (Read Only Memory, 只读存储器) 或可存储静态信息和指令的其他类型的静态存储设备, RAM (Random Access Memory, 随机存取存储器) 或者可存储信息和指令的其他类型的动态存储设备, 也可以是 EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory, 电可擦可编程只读存储器)、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory, 只读光盘) 或其他光盘存储、光碟存储 (包括压缩光碟、激光碟、光碟、数字通用光碟、蓝光光碟等)、磁盘存储介质、其他磁存储设备、或者能够用于携带或存储计算机程序并能够由计算机读取的任何其他介质, 在此不做限定。

存储器 4003 用于存储执行本公开实施例的计算机程序, 并由处理器 4001 来控制执行。处理器 4001 用于执行存储器 4003 中存储的计算机程序, 以实现前述方法实施例所示的步骤。

本公开实施例提供了一种计算机可读存储介质, 该计算机可读存储介质上存储有计算机程序, 计算机程序被处理器执行时可实现前述方法实施例的步骤及相应内容。

本公开实施例还提供了一种计算机程序产品，包括计算机程序，计算机程序被处理器执行时可实现前述方法实施例的步骤及相应内容。

本公开的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”、“1”、“2”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。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本公开的实施例能够以除图示或文字描述以外的顺序实施。

应该理解的是，虽然本公开实施例的流程图中通过箭头指示各个操作步骤，但是这些步骤的实施顺序并不受限于箭头所指示的顺序。除非本文中有明确的说明，否则在本公开实施例的一些实施场景中，各流程图中的实施步骤可以按照需求以其他的顺序执行。此外，各流程图中的部分或全部步骤基于实际的实施场景，可以包括多个子步骤或者多个阶段。这些子步骤或者阶段中的部分或全部可以在同一时刻被执行，这些子步骤或者阶段中的每个子步骤或者阶段也可以分别在不同的时刻被执行。在执行时刻不同的场景下，这些子步骤或者阶段的执行顺序可以根据需求灵活配置，本公开实施例对此不限制。

以上仅是本公开部分实施场景的可选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本公开的方案技术构思的前提下，采用基于本公开技术思想的其他类似实施手段，同样属于本公开实施例的保护范畴。

## 权利要求书

---

1、一种确定通感探测结果方法，所述方法由网络设备执行，其特征在于，包括：

5 确定至少一个运行周期中上行阶段的上行信道估计结果以及下行阶段的通感频域发送信号和通感频域接收信号；

根据至少一个运行周期的上行信道估计结果、通感频域发送信号和通感频域接收信号，确定通感探测结果；

其中，一个运行周期包括上行阶段和下行阶段；

10 所述通感频域接收信号是对回波信号进行解调确定的，所述回波信号为所述网络设备在下行阶段发送的一体化信号经终端反射的信号；

所述一体化信号是对所述通感频域发送信号进行调制确定的。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述根据至少一个运行周期的上行信道估计结果、通感频域发送信号和通感频域接收信号，确定通感探测结果，包括：

根据运行周期的上行信道估计结果，确定所述运行周期的回波信道频域响应，所述回波信道频域响应为所述回波信号经过两程传播的信道频域响应；

20 根据至少一个运行周期的回波信道频域响应、通感频域发射信号和通感频域接收信号，确定所述通感探测结果。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述通感频域接收信号包括相应下行阶段的所有子载波的回波频域项；

25 所述回波频域项包括：

与相应子载波的正交频分复用 OFDM 频域符号相关的第一子项；

与相应子载波的信道频域响应系数相关的第二子项，以及

与所述终端的通感探测结果相关的第三子项。

4、根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述通感频域发射信号包括相应下行阶段的所有子载波的 OFDM 频域符号；

5 所述回波信道频域响应包括相应下行阶段的所有子载波的信道频域响应系数；

所述根据至少一个运行周期的回波信道频域响应、通感频域发射信号和通感频域接收信号，确定通感探测结果，包括：

10 根据所述下行阶段的通感频域发射信号中子载波的 OFDM 频域符号和回波信道频域响应中相应子载波的信道频域响应系数，对相应子载波的回波频域项的第一子项和第二子项进行消除，获得所述下行阶段的相应子载波的回波频域项的第三子项；

根据至少一个下行阶段的各子载波各自对应的第三子项，确定通感探测结果。

15 5、根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述根据各下行阶段的各子载波各自对应的第三子项，确定通感探测结果，包括：

对下行阶段的各子载波各自对应的第三子项，进行离散傅里叶逆变换 IDFT 操作，获得所述下行阶段的各子载波各自对应的第四子项；

20 对子载波在各下行阶段各自对应的第四子项进行离散傅里叶变换 DFT 操作，获得各下行阶段的所述子载波各自对应的第五子项；

根据至少一个下行阶段的至少一个子载波对应的第五子项，确定通感探测结果。

25 6、根据权利要求 3-5 任意一项所述的方法，其特征在于，所述回波频域项的第三子项包括距离因子和速度因子；

其中，所述距离因子与子载波和终端的回波延迟相关；

所述速度因子与运行周期和终端的多普勒频偏相关。

7、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述上行信道估计结果包括单程传播的信道时域响应。

8、根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述根据运行周期的上行信道估计结果，确定所述运行周期的回波信道频域响应，包括：

对所述运行周期的单程传播的信道时域响应进行 DFT 操作，获得所述运行周期的单程传播的信道频域响应；

根据所述运行周期的单程传播的信道频域响应，确定所述运行周期的回波信道频域响应。

10

9、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述信道时域响应包括多径信道长度的信道时域响应系数；所述多径信道长度不超过循环前缀长度的一半。

10、根据权利要求 1-8 任意一项所述的方法，其特征在于，所述上行阶段和下行阶段的持续时间均为符号周期的持续时长。

11、一种确定通感探测结果的装置，其特征在于，包括：

处理模块，用于确定至少一个运行周期中上行阶段的上行信道估计结果以及下行阶段的通感频域发送信号和通感频域接收信号；

所述处理模块，还用于根据至少一个运行周期的上行信道估计结果、通感频域发送信号和通感频域接收信号，确定通感探测结果；

其中，一个运行周期包括上行阶段和下行阶段；

所述通感频域接收信号是对回波信号进行解调确定的，所述回波信号为所述装置在下行阶段发送的一体化信号经终端反射的信号；

所述一体化信号是对所述通感频域发送信号进行调制确定的。

12、一种通信设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上的计算机程序，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序以实现权利要求 1-10 任一项所述方法的步骤。

- 5        13、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求 1-10 任一项所述方法的步骤。

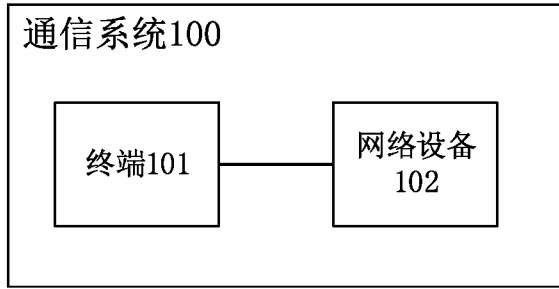


图 1

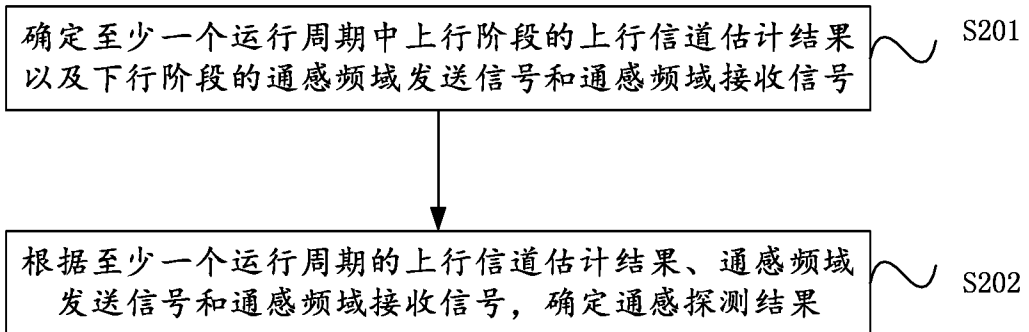


图 2a

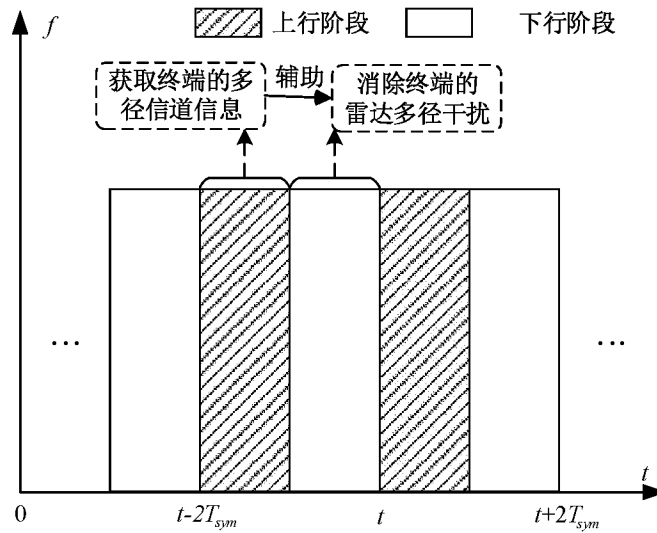


图 2b

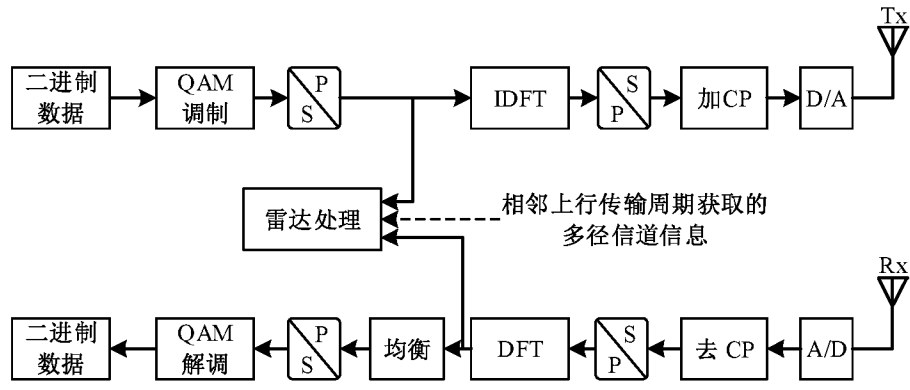


图 2c

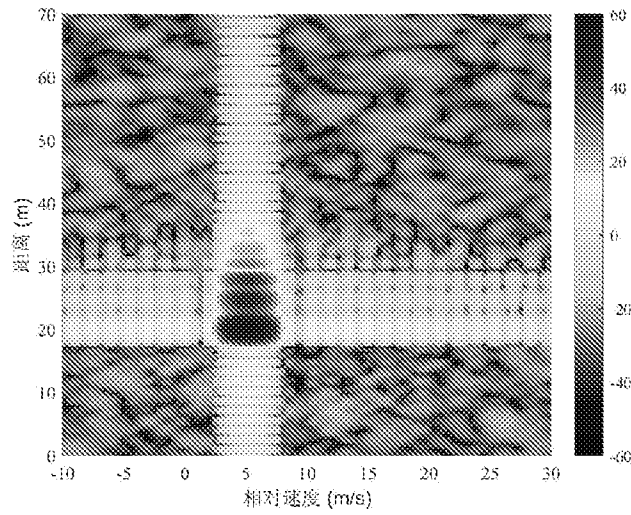


图 3a

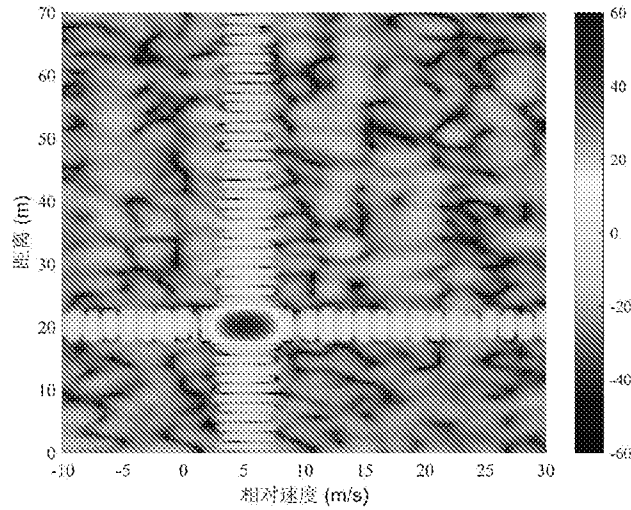


图 3b



图 4

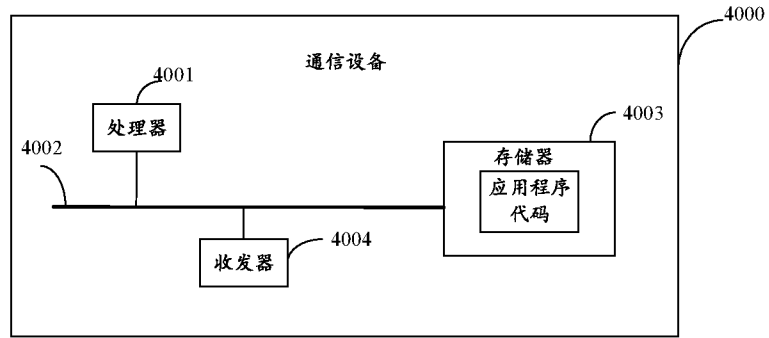


图 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/099979

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
H04L25/02(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC:H04W,H04L,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)		
CNTXT, ENTXT, DWPI, CNKI, IEEE: 信道, 估计, 上行, 下行, 接收, 发送, 一体化, 回波, 通感, 探测, 雷达, channel, estimate, uplink, downlink, receive, transmit, integrate, echo, sense, radar		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 116106900 A (XIDIAN UNIVERSITY) 12 May 2023 (2023-05-12) description, paragraphs 5-69	1-13
A	CN 111628948 A (BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 04 September 2020 (2020-09-04) entire document	1-13
A	CN 115118402 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 27 September 2022 (2022-09-27) entire document	1-13
A	WO 2022110408 A1 (PENG CHENG LABORATORY) 02 June 2022 (2022-06-02) entire document	1-13
A	鲁立志等 (LU, Lizhi et al.). "基于OFDM波形的雷达和通信一体化研究 (Research on Integrated Radar And Communications based on OFDM Waveform)" 信息技术 (Information Technology), No. 2, 25 February 2014 (2014-02-25), entire document	1-13
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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		Date of mailing of the international search report
20 November 2023		24 November 2023
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Telephone No.

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

International application No. <b>PCT/CN2023/099979</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	116106900	A	12 May 2023	None	
CN	111628948	A	04 September 2020	None	
CN	115118402	A	27 September 2022	WO 2022194263 A1	22 September 2022
WO	2022110408	A1	02 June 2022	CN 112152951 A	29 December 2020

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04L25/02(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>IPC:H04W,H04L,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>CNTEXT,ENTXT,DWPI,CNKI,IEEE: 信道, 估计, 上行, 下行, 接收, 发送, 一体化, 回波, 通感, 探测, 雷达, channel, estimate, uplink, downlink, receive, transmit, integrate, echo, sense, radar</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 116106900 A (西安电子科技大学) 2023年5月12日 (2023 - 05 - 12) 说明书第5-69段</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111628948 A (北京邮电大学) 2020年9月4日 (2020 - 09 - 04) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 115118402 A (华为技术有限公司) 2022年9月27日 (2022 - 09 - 27) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2022110408 A1 (PENG CHENG LABORATORY) 2022年6月2日 (2022 - 06 - 02) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>鲁立志等. "基于OFDM波形的雷达和通信一体化研究" 信息技术, 第2期, 2014年2月25日 (2014 - 02 - 25), 全文</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 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          "D" 申请人在国际申请中引证的文件          "E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利          "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          "&amp;" 同族专利的文件</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 116106900 A (西安电子科技大学) 2023年5月12日 (2023 - 05 - 12) 说明书第5-69段	1-13	A	CN 111628948 A (北京邮电大学) 2020年9月4日 (2020 - 09 - 04) 全文	1-13	A	CN 115118402 A (华为技术有限公司) 2022年9月27日 (2022 - 09 - 27) 全文	1-13	A	WO 2022110408 A1 (PENG CHENG LABORATORY) 2022年6月2日 (2022 - 06 - 02) 全文	1-13	A	鲁立志等. "基于OFDM波形的雷达和通信一体化研究" 信息技术, 第2期, 2014年2月25日 (2014 - 02 - 25), 全文	1-13
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
A	CN 116106900 A (西安电子科技大学) 2023年5月12日 (2023 - 05 - 12) 说明书第5-69段	1-13																		
A	CN 111628948 A (北京邮电大学) 2020年9月4日 (2020 - 09 - 04) 全文	1-13																		
A	CN 115118402 A (华为技术有限公司) 2022年9月27日 (2022 - 09 - 27) 全文	1-13																		
A	WO 2022110408 A1 (PENG CHENG LABORATORY) 2022年6月2日 (2022 - 06 - 02) 全文	1-13																		
A	鲁立志等. "基于OFDM波形的雷达和通信一体化研究" 信息技术, 第2期, 2014年2月25日 (2014 - 02 - 25), 全文	1-13																		
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2023年11月20日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2023年11月24日</p>																			
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p>	<p>授权官员</p> <p>黄欣欣</p> <p>电话号码 (+86) 010-53961641</p>																			

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/099979

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	116106900	A	2023年5月12日	无			
CN	111628948	A	2020年9月4日	无			
CN	115118402	A	2022年9月27日	WO	2022194263	A1	2022年9月22日
WO	2022110408	A1	2022年6月2日	CN	112152951	A	2020年12月29日