



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107347045 B

(45)授权公告日 2020.06.09

(21)申请号 201610860787.8

(22)申请日 2016.09.29

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107347045 A

(43)申请公布日 2017.11.14

(66)本国优先权数据  
201610298397.6 2016.05.06 CN  
201610415525.0 2016.06.13 CN

(73)专利权人 华为技术有限公司  
地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72)发明人 吴涛

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202  
代理人 郝传鑫 熊永强

(51)Int.Cl.

H04L 27/38(2006.01)

(56)对比文件

WO 2016028124 A1,2016.02.25,  
CN 101286966 A,2008.10.15,  
CN 1929615 A,2007.03.14,  
CN 101088236 A,2007.12.12,

审查员 王玉婧

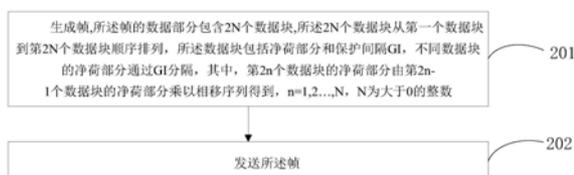
权利要求书2页 说明书23页 附图7页

(54)发明名称

一种基于单载波的数据传输方法和装置

(57)摘要

本申请提供了一种基于单载波的数据传输方法,该方法包括生成帧并发送所述帧,所述帧的数据部分包含2N个数据块,所述2N个数据块从第一个数据块到第2N个数据块顺序排列,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第2n个数据块的净荷部分由第2n-1个数据块的净荷部分乘以相移序列得到,n=1,2,...,N,N为大于0的整数,通过上述方式,可以提高数据传输的鲁棒性,支持更长距离的数据传输。



1. 一种基于单载波数据传输的方法,应用于6GHz以上的无线通信系统,其特征在于,所述方法包括:

生成帧,所述帧的数据部分包含 $2N$ 个数据块,所述 $2N$ 个数据块从第一个数据块到第 $2N$ 个数据块顺序排列,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第 $2n$ 个数据块的净荷部分由第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分乘以相移序列得到, $n=1,2,\dots,N,N$ 为大于0的整数;

发送所述帧。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述相移序列的相移系数由标准规定,所述相移系数包括: $0^\circ$ 或者 $90^\circ$ 或者 $180^\circ$ 或者 $270^\circ$ 。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述帧的信令部分包括相位字段,所述相位字段包括1个比特,当所述相位字段为第一值,则所述相移序列的相移系数为 $0^\circ$ ,当所述相位字段为第二值,则所述相移序列的相移系数为 $180^\circ$ 。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述帧的信令部分包括相位字段,所述相位字段包括至少2个比特,当所述相位字段为第一值,则所述相移序列的相移系数为 $0^\circ$ ,当所述相位字段为第二值,则所述相移序列的相移系数为 $90^\circ$ ,当所述相位字段为第三值,则所述相移序列的相移系数为 $180^\circ$ ,当所述相位字段为第四值,则所述相移序列的相移系数为 $270^\circ$ 。

5. 根据权利要求3-4任一所述的方法,其特征在于,所述生成帧之前,所述方法还包括:接收信道反馈信息,所述信道反馈信息包含相移系数。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述数据块的净荷部分包含448个符号,所述数据块的保护间隔包含64个符号。

7. 一种基于单载波数据传输的装置,应用于6GHz以上的无线通信系统,其特征在于,所述装置包括:

基带处理器,用于生成帧,所述帧的数据部分包含 $2N$ 个数据块,所述 $2N$ 个数据块从第一个数据块到第 $2N$ 个数据块顺序排列,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第 $2n$ 个数据块的净荷部分由第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分乘以相移序列得到, $n=1,2,\dots,N,N$ 为大于0的整数;

收发器,用于发送所述帧。

8. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,所述相移序列的相移系数由标准规定,所述相移系数包括: $0^\circ$ 或者 $90^\circ$ 或者 $180^\circ$ 或者 $270^\circ$ 。

9. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,所述基带处理器生成的帧的信令部分包括相位字段,所述相位字段包括1个比特,当所述相位字段为第一值,则所述相移序列的相移系数为 $0^\circ$ ,当所述相位字段为第二值,则所述相移序列的相移系数为 $180^\circ$ 。

10. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,所述基带处理器生成的帧的信令部分包括相位字段,所述相位字段包括至少2个比特,当所述相位字段为第一值,则所述相移序列的相移系数为 $0^\circ$ ,当所述相位字段为第二值,则所述相移序列的相移系数为 $90^\circ$ ,当所述相位字段为第三值,则所述相移序列的相移系数为 $180^\circ$ ,当所述相位字段为第四值,则所述相移序列的相移系数为 $270^\circ$ 。

11. 根据权利要求9-10任一所述的装置,其特征在于,所述基带处理器生成帧之前,所

述收发器还用于接收信道反馈信息,所述信道反馈信息包含相移系数。

12. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,所述数据块的净荷部分包含448个符号,所述数据块的保护间隔包含64个符号。

13. 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存储有计算机程序,所述计算机程序被计算机执行时,能够实现权利要求1至6任意一项所述的方法。

## 一种基于单载波的数据传输方法和装置

[0001] 本申请要求于2016年5月6日提交中国专利局、申请号为201610298397.6、发明名称为“一种基于单载波的数据传输方法和装置”的CN专利申请的优先权,本申请还要求于2016年6月13日提交中国专利局、申请号为201610415525.0、发明名称为“一种基于单载波的数据传输方法和装置”的CN专利申请的优先权,上述两个申请的全部内容通过引用结合在本申请中。

### 技术领域

[0002] 本申请属于通信技术领域,尤其涉及一种基于单载波的数据传输方法和装置。

### 背景技术

[0003] 802.11系列标准对无线局域网(英文:Wireless Local Area Networks,简称:WLAN)的标准化使得WLAN技术的部署成本大大降低。无线保真(英文:Wireless Fidelity,简称:WiFi)是一个无线网络通信技术的品牌,由WiFi联盟所持有,目的是改善基于802.11标准的无线网络产品之间的互通性,使用802.11系列协议的无线局域网可以称为WiFi网络。其中60GHz高频WiFi中,现有的标准802.11ad不支持长距(例如:50~100米)的传输。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本申请提供一种基于单载波的数据传输方法和装置,用于解决现有的标准802.11ad不支持长距传输的问题。

[0005] 一方面,本申请实施例提供了一种基于单载波数据传输的方法,应用于6GHz以上的无线通信系统,该方法包括生成帧并发送帧,所述帧的数据部分包含 $2N$ 个数据块,所述 $2N$ 个数据块从第一个数据块到第 $2N$ 个数据块顺序排列,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第 $2n$ 个数据块的净荷部分由第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分乘以相移序列得到, $n=1,2,\dots,N,N$ 为大于0的整数。通过实施本申请实施例的方案,可以提高数据传输的鲁棒性,支持更长距离的数据传输。

[0006] 其中,相移序列的相移系数设置包括至少包括以下实现方式。

[0007] 在一种可能的实现方式中,所述相移序列的相移系数由标准规定,所述相移系数包括: $90^\circ$ 或者 $180^\circ$ 或者 $270^\circ$ 。

[0008] 在另一种可能的实现方式中,所述帧的信令部分包括相位字段,所述相位字段包括1个比特,当所述相位字段为第一值,则所述相移序列的相移系数为 $0^\circ$ ,当所述相位字段为第二值,则所述相移序列的相移系数为 $180^\circ$ 。

[0009] 在又一种可能的实现方式中,所述帧的信令部分包括相位字段,所述相位字段包括至少2个比特,当所述相位字段为第一值,则所述相移序列的相移系数为 $0^\circ$ ,当所述相位字段为第二值,则所述相移序列的相移系数为 $90^\circ$ ,当所述相位字段为第三值,则所述相移序列的相移系数为 $180^\circ$ ,当所述相位字段为第四值,则所述相移序列的相移系数为 $270^\circ$ 。

[0010] 当相移序列采用上述实施方式,当相位字段为“0”或者“00”,对数据块的净荷部分

不做相位旋转,可以确保与上一代标准的兼容,当相位字段为其他值时,通过相位旋转,进而接收端通过分集合并,提升数据传输的鲁棒性。

[0011] 在一种可能的实现方式中,在发送端生成帧之前,所述方法还包括:接收信道反馈信息,所述信道反馈信息包含相移系数。

[0012] 在一种可能的实现方式中,所述数据块的净荷部分包含448个符号,所述数据块的保护间隔包含64个符号。

[0013] 另一方面,本申请实施例提供了一种基于单载波的数据传输方法,该数据传输方法包括生成帧并发送所述帧,所述帧的数据部分包含多个数据块,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第一信号和逆序第一信号组成矩阵,与Q矩阵相乘后得到数据块的净荷部分。通过上述方式,该数据传输方法可以提高数据传输的鲁棒性,支持更长距离的数据传输。

[0014] 另一方面,本申请实施例提供了一种基于单载波数据传输的装置,应用于6GHz以上的无线通信系统,该装置包括基带处理器用于生成帧,该装置还包括收发器用于发送所述帧。所述帧的数据部分包含2N个数据块,所述2N个数据块从第一个数据块到第2N个数据块顺序排列,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第2n个数据块的净荷部分由第2n-1个数据块的净荷部分乘以相移序列得到, $n=1, 2, \dots, N$ , N为大于0的整数。通过实施本申请实施例的方案,可以提高数据传输的鲁棒性,支持更长距离的数据传输。

[0015] 其中,相移序列的相移系数设置包括至少包括以下实现方式。

[0016] 在一种可能的实现方式中,所述相移序列的相移系数由标准规定,所述相移系数包括: $90^\circ$ 或者 $180^\circ$ 或者 $270^\circ$ 。

[0017] 在另一种可能的实现方式中,所述基带处理器生成的帧的信令部分包括相位字段,所述相位字段包括1个比特,当所述相位字段为第一值,则所述相移序列的相移系数为 $0^\circ$ ,当所述相位字段为第二值,则所述相移序列的相移系数为 $180^\circ$ 。

[0018] 在又一种可能的实现方式中,所述基带处理器生成的帧的信令部分包括相位字段,所述相位字段包括至少2个比特,当所述相位字段为第一值,则所述相移序列的相移系数为 $0^\circ$ ,当所述相位字段为第二值,则所述相移序列的相移系数为 $90^\circ$ ,当所述相位字段为第三值,则所述相移序列的相移系数为 $180^\circ$ ,当所述相位字段为第四值,则所述相移序列的相移系数为 $270^\circ$ 。

[0019] 当相移序列采用上述实施方式,当相位字段为“0”或者“00”,对数据块的净荷部分不做相位旋转,可以确保与上一代标准的兼容,当相位字段为其他值时,通过相位旋转,进而接收端通过分集合并,提升数据传输的鲁棒性。

[0020] 在一种可能的实现方式中,所述基带处理器生成帧之前,所述收发器还用于接收信道反馈信息,所述信道反馈信息包含相移系数。

[0021] 在一种可能的实现方式中,所述数据块的净荷部分包含448个符号,所述数据块的保护间隔包含64个符号。

[0022] 另一方面,本申请实施例提供了一种基于单载波的数据传输装置,该数据传输方法包括生成帧并发送所述帧,所述帧的数据部分包含多个数据块,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第一信号和逆序第一信号组成

矩阵,与Q矩阵相乘后得到数据块的净荷部分。通过上述方式可以提高数据传输的鲁棒性,支持更长距离的数据传输。

[0023] 本申请提供了一种基于单载波的数据传输方法和装置,其中发送端生成帧并发送所述帧,该帧的数据部分包含 $2N$ 个数据块, $2N$ 个数据块从第一个数据块到第 $2N$ 个数据块顺序排列,每个数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第 $2n$ 个数据块的净荷部分由第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分乘以相移序列得到, $n=1,2,\dots,N$ , $N$ 为大于0的整数,通过上述方式,可以提高数据传输的鲁棒性,支持更长距离的数据传输。

### 附图说明

- [0024] 图1为无线局域网的应用场景图。
- [0025] 图2为蜂窝通信网的应用场景图。
- [0026] 图3为本申请实施例1的方法流程图。
- [0027] 图4为本申请实施例的帧结构图。
- [0028] 图5为本申请实施例中数据块的信号处理第一子图。
- [0029] 图6为本申请实施例中数据块的信号处理第二子图。
- [0030] 图7为本申请实施例中数据块的信号处理第三子图。
- [0031] 图8为本申请实施例中数据块的信号处理第四子图。
- [0032] 图9为本申请实施例中数据块的信号处理第五子图。
- [0033] 图10为本申请实施例中数据块的信号处理第六子图。
- [0034] 图11为本申请实施例中数据块的信号处理第七子图。
- [0035] 图12为本申请实施例中数据块的信号处理第八子图。
- [0036] 图13为本申请实施例3的装置物理结构图。
- [0037] 图14为本申请实施例4的装置物理结构图。
- [0038] 图15为本申请实施例5的信号处理框图。
- [0039] 图16为本申请实施例5的帧结构图。
- [0040] 图17为本申请实施例6的信号处理框图。
- [0041] 图18为本申请实施例6的帧结构图。
- [0042] 图19为本申请实施例6的比特交织示意图。
- [0043] 图20为本申请实施例6的符号交织示意图。
- [0044] 图21为本申请实施例7的信号处理图1。
- [0045] 图22为本申请实施例7的信号处理图2。
- [0046] 图23为本申请实施例8的信号处理图1。
- [0047] 图24为本申请实施例8的信号处理图2。

### 具体实施方式

[0048] 为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚,下面结合附图对本申请具体实施例作进一步的详细描述。为了全面理解本申请,在以下详细描述中提到了众多具体细节。

[0049] 本申请实施例可以应用于WLAN,目前WLAN采用的标准为IEEE802.11系列。WLAN网

络可以包括多个基本服务集(英文:Basic Service Set,简称:BSS),其中多个BSS通过交换设备连接到核心网设备,如图1所示。每个基本服务集可以包含一个接入点类的站点(简称:AP,英文:Access Point)和多个非接入点类的站点(英文:None Access Point Station,简称:Non-AP STA)。

[0050] 接入点类的站点,也称之为无线访问接入点或热点等。AP主要部署于家庭、大楼内部以及园区内部,典型覆盖半径为几十米至上百米。AP相当于一个连接有线网和无线网的桥梁,其主要作用是将各个无线网络客户端连接到一起,然后将无线网络接入以太网。具体地,AP可以是WiFi芯片或者带有WiFi芯片的终端设备或者带有WiFi芯片的网络设备。AP可以支持802.11ay、802.11ad、802.11ax、802.11ac、802.11n、802.11g、802.11b及802.11a等多种制式。

[0051] 非接入点类的站点(英文:None Access Point Station,简称:Non-AP STA),可以是无线通讯芯片、无线传感器或无线通信终端。具体地,例如:支持WiFi通讯功能的智能手机、平板电脑和个人计算机,支持WiFi通讯功能的机顶盒和智能电视,支持WiFi通讯功能的智能可穿戴设备,支持WiFi通讯功能的车载通信设备和支持WiFi通讯功能的无人机。站点可以支持802.11ay、802.11ad、802.11ax、802.11ac、802.11n、802.11g、802.11b及802.11a等多种制式。需要说明的是,下文将Non-AP STA简称为STA。

[0052] 本申请实施例也可以应用于蜂窝通信系统,蜂窝通信系统通常由小区组成,每个小区包含一个基站(英文:Base Station,简称:BS),基站向用户终端(英文:User Equipment,简称:UE)提供通信服务,其中基站连接到核心网设备,如图2所示。

[0053] 需要说明的是,本申请实施例提及的蜂窝通信系统包括但不限于:窄带物联网系统(英文:Narrow Band-Internet of Things,简称:NB-IoT)、全球移动通信系统(英文:Global System for Mobile Communications,简称:GSM)、增强型数据速率GSM演进系统(英文:Enhanced Data rate for GSM Evolution,简称:EDGE)、宽带码分多址系统(英文:Wideband Code Division Multiple Access,简称:WCDMA)、码分多址2000系统(英文:Code Division Multiple Access,简称:CDMA2000)、时分同步码分多址系统(英文:Time Division-Synchronization Code Division Multiple Access,简称:TD-SCDMA),长期演进系统(英文:Long Term Evolution,简称:LTE)以及下一代移动通信系统。

[0054] 本申请实施例中,所述基站是一种部署在无线接入网中用以为UE提供无线通信功能的装置。所述基站可以包括各种形式的宏基站,微基站(也称为小站),中继站,接入点等。在采用不同的无线接入技术的系统中,具备基站功能的设备的名称可能会有所不同,例如,在LTE系统中,称为演进的节点B(evolved NodeB,eNB或者eNodeB),在第三代(英文:3rd Generation,简称:3G)系统中,称为节点B(英文:Node B)等。为方便描述,本申请所有实施例中,上述为UE提供无线通信功能的装置统称为基站或BS。

[0055] 本申请实施例中所涉及到的UE可以包括各种具有无线通信功能的手持设备、车载设备、可穿戴设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备。所述UE也可以称为移动台(英文:mobile station,简称:MS),终端(英文:terminal),终端设备(英文:terminal equipment),还可以包括用户单元(英文:subscriber unit)、蜂窝电话(英文:cellular phone)、智能电话(英文:smart phone)、无线数据卡、个人数字助理(英文:Personal Digital Assistant,PDA)电脑、平板型电脑、无线调制解调器(英文:modem)、手

持设备(英文:handset)、膝上型电脑(英文:laptop computer)、机器类型通信(英文:Machine Type Communication,简称:MTC)终端等。为方便描述,本申请所有实施例中,上面提到的设备统称为UE。

[0056] 实施例1

[0057] 本申请实施例1提供了一种单载波的数据传输方法,该方法可以应用于接入点和站点,例如:图1中的AP和STA1-STA2,图2中的基站和UE1-UE2。图3是该数据传输方法的流程图,具体步骤如下:

[0058] 步骤201:生成帧,所述帧的数据部分包含 $2N$ 个数据块,所述 $2N$ 个数据块从第一个数据块到第 $2N$ 个数据块顺序排列,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第 $2n$ 个数据块的净荷部分由第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分乘以相移序列得到, $n=1,2,\dots,N,N$ 为大于0的整数。

[0059] 步骤202:发送所述帧。

[0060] 具体地,所述数据传输方法应用于高频无线通信系统,所述高频包括6GHz以上的频段。优选地,该数据传输方法可应用于28GHz频段或者60GHz频段。

[0061] 具体地,所述帧包含信令部分和数据部分,如图4所示,其中信令部分由短训练字段(英文:Short Training Field,简称:STF)和信道估计序列(英文:Channel Estimate,简称:CE)和头部字段(英文:Header)组成。所述帧的数据部分包含 $2N$ 个数据块,所述 $2N$ 个数据块从第一个数据块到第 $2N$ 个数据块顺序排列,数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中数据块的净荷部分包含448个符号,数据块的保护间隔包含64个符号。

[0062] 需要说明的是,数据块的净荷部分的符号采用二进制相移键控(英文:Binary Phase Shift Keying,简称:BPSK)调制方式、 $\pi/2$ -BPSK调制方式、正交相移编码(英文:Quadrature Phase Shift Keying,简称:QPSK)调制方式、 $\pi/2$ -QPSK或者16QAM(英文:Quadrature Amplitude Modulation,简称:QAM)。上述调制方式适用于本申请所有实施例。

[0063] 可选地,步骤201中数据块 $2n$ 的净荷部分由数据块 $2n-1$ 的净荷部分乘以相移序列得到,具体实现方式如图5所示。假设数据块1的净荷部分信号为 $s(k)$ ,那么数据块2的净荷部分信号为 $s(k) * e^{j\frac{2\pi\Delta_N k}{N}}$ ,相移序列为 $e^{j\frac{2\pi\Delta_N k}{N}}$ , $\Delta_N$ 为整数。需要说明的是,数据块2的净荷部分信号为 $(-1) * s(k) * e^{j\frac{2\pi\Delta_N k}{N}}$ ,也在本申请的保护范围内。

[0064] 具体地,相移序列包含至少以下实施方式。

[0065] 实施方式1:所述相移序列的相移系数由标准规定,所述相移系数包括: $90^\circ$ 或者 $180^\circ$ 或者 $270^\circ$ 。若相移系数为 $90^\circ$ , $\Delta_N=0.25*N$ ,若相移系数为 $180^\circ$ , $\Delta_N=0.5*N$ ,若相移系数为 $270^\circ$ , $\Delta_N=0.75*N$ 。

[0066] 实施方式2:所述帧的信令部分包括相位字段,所述相位字段包括1个比特,当所述相位字段为第一值,则相移序列的相移系数为 $0^\circ$ ,当所述相位字段为第二值,则相移序列的相移系数为 $180^\circ$ 。示例性地,当相位字段为“0”, $\Delta_N=0$ ,相移系数为 $0^\circ$ ,当相位字段为“1”, $\Delta_N=0.5*N$ ,相移系数 $180^\circ$ 。

[0067] 实施方式3:所述相位字段包括至少2个比特,当相位字段为第一值,则相移序列的相移系数为 $0^\circ$ ,当相位字段为第二值,则相移序列的相移系数为 $90^\circ$ ,当相位字段为第三值,

则相移序列的相移系数为 $180^\circ$ ，当相位字段为第四值，则相移序列的相移系数为 $270^\circ$ 。示例性地，相位字段包含2比特，当相位字段为“00”， $\Delta_N=0$ ，相移系数为 $0^\circ$ ，当相位字段为“01”， $\Delta_N=0.25*N$ ，相移系数为 $90^\circ$ ，当相位字段为“10”， $\Delta_N=0.5*N$ ，相移系数为 $180^\circ$ ，当相位字段为“11”， $\Delta_N=0.75*N$ ，相移系数为 $270^\circ$ 。

[0068] 当相移序列采用实施方式2和3，当相位字段为“0”或者“00”，对数据块的净荷部分不做相位旋转，可以确保与上一代标准的兼容，当相位字段为其他值时，通过相位旋转，进而接收端通过分集合并，提升数据传输的鲁棒性。

[0069] 可选地，所述数据传输方法还包括步骤200。

[0070] 步骤200：所述生成帧之前，所述方法还包括：接收信道反馈信息，所述信道反馈信息包含相移系数。发送端从信道反馈信息获取相移系数，进而确定对待发送帧中header部分的相位字段赋值。需要说明的是，步骤200适用于相移序列的实施方式2和3。

[0071] 可选地，步骤201还存在以下几种可能的实现方式。

[0072] 步骤201a：生成帧，所述帧的数据部分包含多个数据块，数据块 $3n-1$ 的净荷后半部分和数据块 $3n$ 的净荷部分，通过数据块 $3n-2$ 的净荷部分和数据块 $3n-1$ 的净荷前半部分乘以相移序列得到， $n$ 为大于0的整数。步骤201a中的帧结构如图4所示，步骤201a中帧的数据块结构如图6所示，步骤201a中帧携带的信息序列以672个符号为编码块单位，需要3个数据块实现重复传输，其中步骤201a中的帧均适用相移序列的实施方式1-3。

[0073] 步骤201b：生成帧，所述帧的数据部分包含多个数据块，数据块 $2n$ 的净荷前半部分和数据块 $2n-1$ 的净荷后 $1/4$ 部分，由数据块 $2n-1$ 的净荷前 $3/4$ 部分乘以相移序列得到，数据块 $2n$ 的净荷后半部分为其他编码块的符号， $n$ 为大于0的整数。步骤201b中的帧结构如图4所示，步骤201b中帧的数据块结构如图7所示，步骤201b中帧携带的信息序列以336个符号为编码块单位，其中步骤201b中的帧均适用相移系数的实施方式1-3。

[0074] 步骤201c：生成帧，所述帧的数据部分包含多个数据块，数据块 $2n$ 的净荷前 $3/4$ 部分，由数据块 $2n-1$ 的净荷前 $3/4$ 部分乘以相移序列得到，数据块 $2n$ 和数据块 $2n-1$ 的净荷后 $1/4$ 部分为其他编码块的符号， $n$ 为大于0的整数。步骤201c中的帧结构如图4所示，步骤201c中帧的数据块结构如图8所示，步骤201c中帧携带的信息序列以336个符号为编码块单位，其中步骤201c中的帧均适用相移系数的实施方式1-3。

[0075] 步骤201d：生成帧，所述帧的数据部分包含多个数据块，数据块 $2n$ 的净荷前 $3/8$ 部分，由数据块 $2n-1$ 的净荷前 $3/8$ 部分乘以相移序列得到，数据块 $2n$ 和数据块 $2n-1$ 的净荷后 $5/8$ 部分为其他编码块的符号， $n$ 为大于0的整数。步骤201d中的帧结构如图4所示，步骤201d中帧的数据块结构如图9所示，步骤201d中帧携带的信息序列以168个符号为编码块单位，其中步骤201d中的帧均适用相移系数的实施方式1-3。

[0076] 步骤201e：生成帧，所述帧的数据部分包含多个数据块，数据块 $n$ 的净荷的第169个符号到第336个符号，由数据块 $n$ 的净荷的前168个符号乘以相移序列得到，数据块 $n$ 的净荷后112个符号为其他编码块的符号， $n$ 为大于0的整数。步骤201e中的帧结构如图4所示，步骤201e中帧的数据块结构如图10所示，步骤201e中帧携带的信息序列以168个符号为编码块单位，其中步骤201e中的帧均适用相移系数的实施方式1-3。

[0077] 步骤201f：生成帧，所述帧的数据部分包含多个数据块，数据块 $n+1$ 的净荷，由数据块 $n$ 的净荷乘以相移序列得到， $n$ 为大于0的整数。步骤201f中的帧结构如图4所示，步骤201f

中帧的数据块结构如图11所示,从图11中可见,数据块1的内容乘以不同的相移序列,在不同的数据块中携带,实现重传次数大于2,其中步骤201f中的帧均适用相移系数的实施方式1-3。

[0078] 需要补充的是,该单载波数据传输方法中接收机的动作至少包括下列实现方式。

[0079] 步骤1:接收帧,所述帧由发送端发送。所述帧的数据部分包含 $2N$ 个数据块,所述 $2N$ 个数据块从第一个数据块到第 $2N$ 个数据块顺序排列,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第 $2n$ 个数据块的净荷部分由第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分乘以相移序列得到, $n=1,2,\dots,N,N$ 为大于0的整数。

[0080] 步骤2:解析帧,获取帧的每个数据块的净荷部分,将第 $2n-1$ 个数据块和第 $2n$ 个数据块的净荷部分合并, $n=1,2,\dots,N,N$ 为大于0的整数。

[0081] 具体地,将第 $2n-1$ 个数据块和第 $2n$ 个数据块的净荷部分合并的动作至少包括以下实现方式。

[0082] 实现方式1:标准规定相移序列的相移系数,接收机对帧的第 $2n$ 个数据块的净荷部分进行相移操作,其中接收端的相移序列为 $e^{-j\frac{2\pi\Delta_N k}{N}}$ ,接收机将完成相移的第 $2n$ 个数据块的净荷部分和第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分合并。示例性地,标准规定的相移系数为 $180^\circ$ ,此时发送端的相移序列为 $e^{j\frac{2\pi\Delta_N k}{N}}$ ,即 $e^{j\pi k}$ ,相应地,接收端的相移序列为 $e^{-j\frac{2\pi\Delta_N k}{N}}$ ,即 $e^{-j\pi k}$ ,通过接收端的相移操作,将帧的第 $2n$ 个数据块的净荷部分去除相位因子,实现第 $2n$ 个数据块的净荷部分与第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分合并。

[0083] 实现方式2:接收机读取帧的Header字段中的相位字段的相移系数,接收机根据该相移系数,将帧的第 $2n$ 个数据块的净荷部分去除相位因子,实现第 $2n$ 个数据块的净荷部分与第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分合并。实现方式2中,相位字段的相移系数不是由标准规定,而是通过帧的Header字段中的相位字段携带。相位字段与相移系数的对应关系在前文已有详述,不再赘述,实施方式2中接收端的相移操作与实施方式1中接收端的相移操作相同,不再赘述。

[0084] 需要说明的是,接收机对数据块的净荷部分合并的动作也适用于步骤201a-201f的实施方式。

[0085] 总结性地,本申请提供了一种基于单载波的数据传输方法,该数据传输方法包括生成帧并发送所述帧,所述帧的数据部分包含 $2N$ 个数据块,所述 $2N$ 个数据块从第一个数据块到第 $2N$ 个数据块顺序排列,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第 $2n$ 个数据块的净荷部分由第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分乘以相移序列得到, $n=1,2,\dots,N,N$ 为大于0的整数,通过上述方式,可以提高数据传输的鲁棒性,支持更长距离的数据传输。

[0086] 实施例2

[0087] 本申请实施例2提供了一种单载波的数据传输方法,该方法可以应用于接入点和站点,例如:图1中的AP和STA1-STA2,图2中的基站和UE1-UE2。

[0088] 步骤1:生成帧,所述帧的数据部分包含多个数据块,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第一信号和逆序第一信号组成矩阵,与Q矩阵相乘后得到数据块的净荷部分。

[0089] 步骤2:发送所述帧。

[0090] 需要说明的是,第一信号为待发送的数据序列。

[0091] 具体地,该数据传输方法包括:将待发送的一组信号 $s(k)$ 连续传输二次,其中第2次传输的信号是第1次传输信号的逆序后并且与相移序列相乘的结果。示例性地,如第一次传输的信号为 $s_1(k) = s(k)$ ,第二次传输的信号为 $s_2(k) = s(f(k))j^{\frac{2\pi\Delta_N}{N}k}$ 。将 $s_1(k)$ 和 $s_2(k)$ 和矩阵 $Q$ 相乘后得到的信号 $\hat{s}(k)$ 进行传输,如图12所示。

[0092] 需要说明的是, $s_1(k)$ 和 $s_2(k)$ 和矩阵 $Q$ 相乘后得到的信号 $\hat{s}(k)$ 的具体计算过程如下:

$$[0093] \begin{bmatrix} \hat{s}(k) \\ \hat{s}(f(k)) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & e^{j\frac{2\pi}{N}\Delta_N k} * b \\ e^{j\frac{2\pi}{N}\Delta_N f(k)} * c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s(k) \\ s(f(k)) \end{bmatrix}$$

[0094] 其中, $f(k) = M-1-k, k=0, 1, \dots, M-1, \Delta_N = \pm \frac{N}{2}$ 。

[0095] 具体地,当 $s(k)$ 采用BPSK调制时,采用的 $Q$ 矩阵为

$$[0096] Q = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & j \\ j & 1 \end{bmatrix} \text{ 或 } Q = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & j \\ -j & 1 \end{bmatrix}。$$

[0097] 具体地,当 $s(k)$ 采用采用16QAM调制时,采用 $Q$ 矩阵为

$$[0098] Q = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{5}} \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ -2 & 1 \end{bmatrix} \text{ 或 } Q = \frac{1}{\sqrt{5}} \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 2 & -1 \end{bmatrix} \text{ 或 } Q = \frac{1}{\sqrt{5}} \begin{bmatrix} -1 & 2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} \text{ 或}$$

$$Q = \frac{1}{\sqrt{5}} \begin{bmatrix} 1 & -2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}。$$

[0099] 需要补充的是,该单载波数据传输方法中接收机的动作至少包括下列实现方式。

[0100] 步骤1:接收帧,所述帧由发送端发送。所述帧的数据部分包含多个数据块,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第一信号和逆序第一信号组成矩阵,与 $Q$ 矩阵相乘后得到数据块的净荷部分。

[0101] 步骤2:解析帧,将数据块的净荷部分同逆序后的数据块净荷部分组成矩阵,与 $Q$ 矩阵的逆矩阵相乘。

[0102] 总结性地,本申请提供了一种基于单载波的数据传输方法,该数据传输方法包括生成帧并发送所述帧,所述帧的数据部分包含多个数据块,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第一信号和逆序第一信号组成矩阵,与 $Q$ 矩阵后得到数据块的净荷部分。通过上述方式,该数据传输方法可以提高数据传输的鲁棒性,支持更长距离的数据传输。

[0103] 实施例3

[0104] 本申请实施例3提供了一种单载波数据传输装置的示意性框图,如图13所示,该装置例如为接入点、站点、基站或者用户终端,该装置也可以为实现相关功能的专用集成电路(英文:Application Specific Integrated Circuit,简称:ASIC)或者芯片。该装置1000包括处理器1010、存储器1020、基带处理器1030、收发器1040、天线1050、总线1060和用户接口1070。该装置可以为图1中示出的AP和STA,或者图2中示出的基站和UE。

[0105] 具体地,处理器1010控制装置1000的操作,处理器可以是通用处理器、数字信号处理器、专用集成电路、现场可编程门阵列或者其他可编程逻辑器件。存储器1020可以包括只读存储器和随机存取存储器,并向处理器1010提供指令和数据,存储器1020的一部分还可以包括非易失性随机存取存储器(NVRAM)。处理器1010通常执行存储器1020中的程序指令,实现本申请中单载波数据传输方法的逻辑运算和算术运算。

[0106] 基带处理器1030用于生成基带信号(例如:帧或数据包),或者对接收到的基带信号进行解析获取数据,其中基带处理器包括编码器和调制器,编码器可以提高基带信号的鲁棒性,克服无线传播环境中的干扰和衰落,减少传输产生的差错。调制器可以根据无线传播环境,选取合适的信号调制方式。

[0107] 收发器1040包括发送电路和接收电路,发送电路用于基带处理器1030生成的基带信号采用上变频调制,得到高频的载波信号,高频的载波信号通过天线1050发射,接收电路将天线1050接收的高频信号采用下变频操作,得到低频的基带信号。其中天线1050的数目为一个或多个。装置1000还可以包括用户接口1070,用户接口1070包括键盘,拾音器和/或触摸屏。用户接口1070可传递内容和控制操作到接入点1000。

[0108] 装置1000的各个组件通过总线1060耦合在一起,其中总线系统1060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1060。需要说明的是,上述对于接入点结构的描述,可应用于后续的实施例。

[0109] 基带处理器1030,用于生成帧,所述帧的数据部分包含 $2N$ 个数据块,所述 $2N$ 个数据块从第一个数据块到第 $2N$ 个数据块顺序排列,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第 $2n$ 个数据块的净荷部分由第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分乘以相移序列得到, $n=1,2,\dots,N,N$ 为大于0的整数。

[0110] 收发器1040,用于发送所述帧。

[0111] 需要说明的是,所述数据块的净荷部分包含448个符号,所述数据块的保护间隔包含64个符号。帧的结构在实施例1中已有详细阐释,不再赘述。

[0112] 具体地,相移序列的相移系数,至少包括以下实施方式。

[0113] 实施方式1:所述相移序列的相移系数由标准规定,所述相移系数包括: $90^\circ$ 或者 $180^\circ$ 或者 $270^\circ$ 。

[0114] 实施方式2:所述基带处理器生成的帧的信令部分包括相位字段,所述相位字段包括1个比特,当所述相位字段为第一值,则所述相移序列的相移系数为 $0^\circ$ ,当所述相位字段为第二值,则所述相移序列的相移系数为 $180^\circ$ 。

[0115] 实施方式3:所述基带处理器生成的帧的信令部分包括相位字段,所述相位字段包括至少2个比特,当所述相位字段为第一值,则所述相移序列的相移系数为 $0^\circ$ ,当所述相位字段为第二值,则所述相移序列的相移系数为 $90^\circ$ ,当所述相位字段为第三值,则所述相移序列的相移系数为 $180^\circ$ ,当所述相位字段为第四值,则所述相移序列的相移系数为 $270^\circ$ 。

[0116] 需要说明的是,相移系数的上述实施方式实施例1中已有详细阐释,不再赘述。此外,该单载波数据传输装置也可以执行实施例1中步骤201a-201f。

[0117] 可选地,所述基带处理器生成帧之前,所述收发器还用于接收信道反馈信息,所述信道反馈信息包含相移系数。该装置从信道反馈信息获取相移系数,进而确定对待发送帧

中header部分的相位字段赋值。需要说明的是,收发器接收信道反馈信息的动作适用于相移序列的实施方式2和3。

[0118] 可选地,作为另一实施方式,上述装置1000也可以充当单载波数据传输的接收机。

[0119] 收发器1040,用于接收帧,所述帧的数据部分包含2N个数据块,所述2N个数据块从第一个数据块到第2N个数据块顺序排列,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第2n个数据块的净荷部分由第2n-1个数据块的净荷部分乘以相移序列得到, $n=1,2,\dots,N$ ,N为大于0的整数。

[0120] 基带处理器1030,用于解析帧,获取帧的每个数据块的净荷部分,将第2n-1个数据块和第2n个数据块的净荷部分合并, $n=1,2,\dots,N$ ,N为大于0的整数。

[0121] 需要说明的是,将第2n-1个数据块和第2n个数据块的净荷部分合并的动作在实施例1中已有详细阐释,不再赘述。

[0122] 本申请实施例提供了一种单载波数据传输装置,其中该数据传输装置的基带处理器生成的帧通过收发器发送,该帧的数据部分包含2N个数据块,所述2N个数据块从第一个数据块到第2N个数据块顺序排列,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第2n个数据块的净荷部分由第2n-1个数据块的净荷部分乘以相移序列得到, $n=1,2,\dots,N$ ,N为大于0的整数。通过上述方式,可以提高数据传输的鲁棒性,支持更长距离的数据传输。

[0123] 实施例4

[0124] 本申请实施例4提供的一种单载波数据传输装置的示意性框图,如图14所示,该装置例如为接入点、站点、基站或者用户终端,该装置也可以为实现相关功能的专用集成电路(英文:Application Specific Integrated Circuit,简称:ASIC)或者芯片。该装置1100包括处理器1110、存储器1120、基带处理器1130、收发器1140、天线1150、总线1160和用户接口1170。该装置可以为图1中示出的AP和STA,或者图2中示出的基站和UE。装置1100的各组件在实施例3中已有详细阐释,不再赘述。

[0125] 基带处理器1130,用于生成帧,所述帧的数据部分包含多个数据块,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第一信号和逆序第一信号组成矩阵,与Q矩阵相乘后得到数据块的净荷部分。

[0126] 收发器1140,用于发送所述帧。

[0127] 需要说明的是,第一信号为待传输的数据序列。

[0128] 具体地,当第一信号采用BPSK调制时,采用的Q矩阵为

$$[0129] \quad Q = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & j \\ j & 1 \end{bmatrix} \text{ 或 } Q = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & j \\ -j & 1 \end{bmatrix}。$$

[0130] 具体地,当第一信号采用采用16QAM调制时,采用Q矩阵为

$$[0131] \quad Q = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{5}} \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ -2 & 1 \end{bmatrix}$$

[0132] 可选地,作为另一实施方式,上述装置1100也可以充当单载波数据传输的接收机。

[0133] 收发器1130,用于接收帧,所述帧的数据部分包含多个数据块,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第一信号和逆序第一信号

组成矩阵,与Q矩阵相乘后得到数据块的净荷部分。

[0134] 基带处理器1140,用于解析帧,将数据块的净荷部分同逆序后的数据块净荷部分组成矩阵,与Q矩阵的逆矩阵相乘。

[0135] 需要说明的是,解析帧的具体过程在实施例2中已有详述,不再赘述。

[0136] 总结性地,本申请提供了一种基于单载波的数据传输装置,该数据传输方法包括生成帧并发送所述帧,所述帧的数据部分包含多个数据块,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第一信号和逆序第一信号组成矩阵,与Q矩阵后得到数据块的净荷部分。通过上述方式可以提高数据传输的鲁棒性,支持更长距离的数据传输。

[0137] 实施例5

[0138] 本申请实施例5提供了一种单载波的数据传输方法,该方法可以应用于接入点和站点,例如:图1中的AP和STA1-STA2,图2中的基站和UE1-UE2。该数据传输方法的具体步骤如下:

[0139] 步骤501:生成帧,所述帧的数据部分包含N个数据块,所述N个数据块从第一个数据块到第N个数据块顺序排列,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,所述N个数据块的净荷部分由第一数据序列集合的每个第一数据序列和第二数据序列集合的每个第二数据序列组合而成,所述第一数据序列集合的每个第一数据序列由所述LDPC编码块通过调制得到,所述第二数据序列集合的每个第二数据序列由低密度奇偶校验码LDPC编码块通过加扰和调制得到, N为大于0的整数。

[0140] 步骤502:发送所述帧。

[0141] 具体地,所述数据传输方法应用于高频无线通信系统,所述高频包括6GHz以上的频段。优选地,该数据传输方法可应用于28GHz频段或者60GHz频段。

[0142] 需要说明的是,LDPC编码块s(k)以448个符号、672个符号或1344个符号为单位。净荷部分的长度为448个符号,保护间隔GI的长度为64个符号。

[0143] 需要说明的是,上述第一数据序列集合和第二数据序列集合的生成方式如图15所示。第一数据序列集合中每个第一数据序列的生成包括调制,第二数据序列集合中每个第二数据序列的生成包括加扰和调制。其中,第一数据序列和第二数据序列的调制方式相同,长度相同。

[0144] 下面以LDPC编码块长度为672个符号为例进行说明,具体如图16所示。

[0145] 当调制方式为BPSK时, $\hat{s}(n)$ 和 $\hat{s}_1(n)$ 的序列长度为672个符号,所述帧的第一个数据块的净荷部分和第二个数据块前半部分的净荷部分携带 $\hat{s}(n)$ ,所述帧的第二个数据块后半部分的净荷部分和第三个数据块的净荷部分携带 $\hat{s}_1(n)$ 。推而广之,当待传输的数据由多个LDPC编码块组成,那么所述第一数据序列集合位于第 $3i+1$ 个数据块的净荷部分和第 $3i+2$ 个数据块前半部分的净荷部分,所述第二数据序列集合位于第 $3i+2$ 个数据块后半部分的净荷部分和第 $3i+3$ 个数据块的净荷部分,其中, $i=0,1,\dots,n$ 。

[0146] 当调制方式为QPSK时, $\hat{s}(n)$ 和 $\hat{s}_1(n)$ 的序列长度为336个符号,所述帧的第一个数据

块的净荷部分的1~336个符号携带 $\hat{s}(n)$ ，所述帧的第一个数据块的净荷部分的337~448个符号和第二个数据块的净荷部分的1~224个符号携带 $\hat{s}_1(n)$ 。推而广之，当待传输的数据由多个LDPC编码块组成，那么所述第一数据序列集合中的每个第一数据序列和所述第二数据序列集合中的每个第二数据序列两两组合成672个符号长度的组合序列，将该组合序列填充到N个数据块的净荷部分。

[0147] 当调制方式为16QAM时， $\hat{s}(n)$ 和 $\hat{s}_1(n)$ 的序列长度为168个符号，所述帧的第一个数据块的净荷部分的1~168个符号携带 $\hat{s}(n)$ ，所述帧的第一个数据块的净荷部分的169~336个符号携带 $\hat{s}_1(n)$ 。推而广之，当待传输的数据由多个LDPC编码块组成，那么所述第一数据序列集合中的每个第一数据序列和所述第二数据序列集合中的每个第二数据序列两两组合成336个符号长度的组合序列，将该组合序列填充到N个数据块的净荷部分。

[0148] 当调制方式为64QAM时， $\hat{s}(n)$ 和 $\hat{s}_1(n)$ 的序列长度为112个符号，所述帧的第一个数据块的净荷部分的1~112个符号携带 $\hat{s}(n)$ ，所述帧的第一个数据块的净荷部分的113~224个符号携带 $\hat{s}_1(n)$ 。推而广之，当待传输的数据由多个LDPC编码块组成，那么所述第一数据序列集合中的每个第一数据序列和所述第二数据序列集合中的每个第二数据序列两两组合成224个符号长度的组合序列，将该组合序列填充到N个数据块的净荷部分。

[0149] 总结性地，本申请提供了一种基于单载波的数据传输方法，该数据传输方法包括生成帧并发送所述帧，所述帧的数据部分包含多个数据块，所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI，不同数据块的净荷部分通过GI分隔，所述N个数据块的净荷部分由第一数据序列集合的每个第一数据序列和第二数据序列集合的每个第二数据序列组合而成，所述每个第一数据序列由低密度奇偶校验码LDPC编码块通过调制得到，所述第二数据序列集合的每个第二数据序列由所述LDPC编码块通过加扰和调制得到，N为大于0的整数。通过上述方式，该数据传输方法可以提高数据传输的鲁棒性，支持更长距离的数据传输。

[0150] 需要补充的是，该单载波数据传输方法中接收机的动作至少包括下列实现方式。

[0151] 步骤1：接收帧，所述帧由发送端发送。所述帧的数据部分包含N个数据块，所述N个数据块从第一个数据块到第N个数据块顺序排列，所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI，不同数据块的净荷部分通过GI分隔，所述N个数据块的净荷部分由第一数据序列集合的每个第一数据序列和第二数据序列集合的每个第二数据序列组合而成，所述每个第一数据序列由低密度奇偶校验码LDPC编码块通过调制得到，所述第二数据序列集合的每个第二数据序列由所述LDPC编码块通过加扰和调制得到，N为大于0的整数。

[0152] 步骤2：解析帧，将所述N个数据块的净荷部分进行分块，每个分块的大小与调制方式相关，将每个分块前半部分的符号进行解调处理，将每个分块后半部分的符号进行解调和解扰处理，将每个分块前半部分解调后的符号与每个分块后半部分解调后的符号进行合并处理。

[0153] 需要说明的是，净荷部分的长度为448个符号，保护间隔GI的长度为64个符号。第一数据序列和第二数据序列的调制方式相同。当调制方式为BPSK时，每个分块的大小为

1344个符号。当调制方式为QPSK时,每个分块的大小为672个符号。当调制方式为16QAM时,每个分块的大小为336个符号。当调制方式为64QAM时,每个分块的大小为224个符号。

[0154] 总结性地,本申请提供了一种基于单载波的数据传输方法,该数据传输方法包括接收帧并发送解析帧,所述帧的数据部分包含多个数据块,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,将所述N个数据块的净荷部分进行分块,每个分块的大小与调制方式相关,将每个分块前半部分的符号进行解调处理,将每个分块后半部分的符号进行解调处理和解扰,将每个分块前半部分解调后的符号与每个分块后半部分解调后的符号进行合并处理。通过上述方式,该数据传输方法可以提高数据传输的鲁棒性,支持更长距离的数据传输。

[0155] 可选地,作为另一种数据传输方法,该数据传输方法包括以下步骤。

[0156] 步骤1:生成帧,所述帧的数据部分包含 $2N$ 个数据块,所述 $2N$ 个数据块从第一个数据块到第 $2N$ 个数据块顺序排列,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第 $2n$ 个数据块的净荷部分由第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分乘以加扰序列得到, $n=1,2,\dots,N,N$ 为大于0的整数。

[0157] 步骤2:发送所述帧。

[0158] 需要说明的是,净荷部分的长度为448个符号,GI长度为64个符号,加扰序列的长度为448个符号。净荷部分的符号可以为BPSK、QPSK、16QAM或64QAM的调制符号。

[0159] 需要说明的是,加扰序列的取值区间为 $(-1,+1)$ 。

[0160] 总结性地,本申请提供了一种基于单载波的数据传输方法,该数据传输方法包括生成帧并发送帧,所述帧的数据部分包含 $2N$ 个数据块,所述 $2N$ 个数据块从第一个数据块到第 $2N$ 个数据块顺序排列,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第 $2n$ 个数据块的净荷部分由第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分乘以加扰序列得到。通过上述方式,该数据传输方法可以提高数据传输的鲁棒性,支持更长距离的数据传输。

[0161] 实施例6

[0162] 本申请实施例6提供了一种单载波的数据传输方法,该方法可以应用于接入点和站点,例如:图1中的AP和STA1-STA2,图2中的基站和UE1-UE2。该数据传输方法的具体步骤如下:

[0163] 步骤601:生成帧,所述帧的数据部分包含 $N$ 个数据块,所述 $N$ 个数据块从第一个数据块到第 $N$ 个数据块顺序排列,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,所述 $N$ 个数据块的净荷部分由第一数据序列集合的每个第一数据序列和第二数据序列集合的每个第二数据序列组合而成,所述每个第一数据序列由低密度奇偶校验码LDPC编码块通过调制操作得到,所述第二数据序列集合的每个第二数据序列由所述LDPC编码块通过交织操作和调制操作得到, $N$ 为大于0的整数。

[0164] 步骤602:发送所述帧。

[0165] 具体地,所述数据传输方法应用于高频无线通信系统,所述高频包括6GHz以上的频段。优选地,该数据传输方法可应用于28GHz频段或者60GHz频段。

[0166] 需要说明的是,上述第一数据序列集合和第二数据序列集合的生成方式如图17所示。第一数据序列集合中每个第一数据序列的生成包括调制,第二数据序列集合中每个第

二数据序列的生成包括交织和调制。其中,第一数据序列和第二数据序列的调制方式相同。

[0167] 下面以LDPC编码块长度为672个符号为例进行说明,具体如图18所示。

[0168] 当调制方式为BPSK时, $\hat{s}(n)$ 和 $\hat{s}_1(n)$ 的序列长度为672个符号,所述帧的第一个数据块的净荷部分和第二个数据块前半部分的净荷部分携带 $\hat{s}(n)$ ,所述帧的第二个数据块后半部分的净荷部分和第三个数据块的净荷部分携带 $\hat{s}_1(n)$ 。推而广之,当待传输的数据由多个LDPC编码块组成,那么所述第一数据序列集合位于第 $3i+1$ 个数据块的净荷部分和第 $3i+2$ 个数据块前半部分的净荷部分,所述第二数据序列集合位于第 $3i+2$ 个数据块后半部分的净荷部分和第 $3i+3$ 个数据块的净荷部分,其中, $i=0,1,\dots,n$ 。

[0169] 当调制方式为QPSK时, $\hat{s}(n)$ 和 $\hat{s}_1(n)$ 的序列长度为336个符号,所述帧的第一个数据块的净荷部分的1~336个符号携带 $\hat{s}(n)$ ,所述帧的第一个数据块的净荷部分的337~448个符号和第二个数据块的净荷部分的1~224个符号携带 $\hat{s}_1(n)$ 。推而广之,当待传输的数据由多个LDPC编码块组成,那么所述第一数据序列集合中的每个第一数据序列和所述第二数据序列集合中的每个第二数据序列两两组合成672个符号长度的组合序列,将该组合序列填充到N个数据块的净荷部分。

[0170] 当调制方式为16QAM时, $\hat{s}(n)$ 和 $\hat{s}_1(n)$ 的序列长度为168个符号,所述帧的第一个数据块的净荷部分的1~168个符号携带 $\hat{s}(n)$ ,所述帧的第一个数据块的净荷部分的169~336个符号携带 $\hat{s}_1(n)$ 。推而广之,当待传输的数据由多个LDPC编码块组成,那么所述第一数据序列集合中的每个第一数据序列和所述第二数据序列集合中的每个第二数据序列两两组合成336个符号长度的组合序列,将该组合序列填充到N个数据块的净荷部分。

[0171] 当调制方式为64QAM时, $\hat{s}(n)$ 和 $\hat{s}_1(n)$ 的序列长度为112个符号,所述帧的第一个数据块的净荷部分的1~112个符号携带 $\hat{s}(n)$ ,所述帧的第一个数据块的净荷部分的113~224个符号携带 $\hat{s}_1(n)$ 。推而广之,当待传输的数据由多个LDPC编码块组成,那么所述第一数据序列集合中的每个第一数据序列和所述第二数据序列集合中的每个第二数据序列两两组合成224个符号长度的组合序列,将该组合序列填充到N个数据块的净荷部分。

[0172] 需要说明的是,交织操作至少包括以下两种方式。

[0173] 方式1:逆序处理,输入为 $x(k), k=0,1,\dots,K-1$ ,输出为 $x(k'), k'=-k+K-1$ 。即如果输入信号为 $x(0), x(1), \dots, x(671)$ ,输出信号为 $x(671), x(672), \dots, x(1), x(0)$ 。

[0174] 方式2:行列交织,实现如下:

[0175] a) 将输入为 $x(k), k=0,1,\dots,K-1$ ,分为两部分,分别为

[0176]  $x_1(k) = x(k), k=0, \dots, K/2-1$ 和 $x_2(k) = x(k+K/2), k=0, \dots, K/2-1$

[0177] b) 输出为 $y(k)$ ,其中 $y(2k) = x_1(k), k=0, \dots, k/2-1$ 和 $y(2k+1) = x_2(k), k=0, \dots, K/2-1$ 。

[0178] 具体的操作如图19所示,图中以 $K=8$ 为例。

[0179] 总结性地,本申请提供了一种基于单载波的数据传输方法,该数据传输方法包括生成帧并发送所述帧,所述帧的数据部分包含多个数据块,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,所述N个数据块的净荷部分由第一数据序列集合的每个第一数据序列和第二数据序列集合的每个第二数据序列组合而成,所述每个第一数据序列由低密度奇偶校验码LDPC编码块通过调制得到,所述第二数据序列集合的每个第二数据序列由所述LDPC编码块通过交织和调制得到,N为大于0的整数。通过上述方式,该数据传输方法可以提高数据传输的鲁棒性,支持更长距离的数据传输。

[0180] 需要补充的是,该单载波数据传输方法中接收机的动作至少包括下列实现方式。

[0181] 步骤1:接收帧,所述帧由发送端发送。所述帧的数据部分包含N个数据块,所述N个数据块从第一个数据块到第N个数据块顺序排列,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,所述N个数据块的净荷部分由第一数据序列集合的每个第一数据序列和第二数据序列集合的每个第二数据序列组合而成,所述每个第一数据序列由低密度奇偶校验码LDPC编码块通过调制得到,所述第二数据序列集合的每个第二数据序列由所述LDPC编码块通过交织和调制得到,N为大于0的整数。

[0182] 步骤2:解析帧,将所述N个数据块的净荷部分进行分块,每个分块的大小与调制方式相关,将每个分块前半部分的符号进行解调处理,将每个分块后半部分的符号进行解调和去交织处理,将每个分块前半部分解调后的符号与每个分块后半部分解调后的符号进行合并处理。

[0183] 需要说明的是,净荷部分的长度为448个符号,保护间隔GI的长度为64个符号。第一数据序列和第二数据序列的调制方式相同,长度相同。当调制方式为BPSK时,每个分块的大小为1344个符号。当调制方式为QPSK时,每个分块的大小为672个符号。当调制方式为16QAM时,每个分块的大小为336个符号。当调制方式为64QAM时,每个分块的大小为224个符号。

[0184] 总结性地,本申请提供了一种基于单载波的数据传输方法,该数据传输方法包括接收帧并解析帧,所述帧的数据部分包含多个数据块,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,将所述N个数据块的净荷部分进行分块,每个分块的大小与调制方式相关,将每个分块前半部分的符号进行解调处理,将每个分块后半部分的符号进行解调和去交织处理,将每个分块前半部分解调后的符号与每个分块后半部分解调后的符号进行合并处理。通过上述方式,该数据传输方法可以提高数据传输的鲁棒性,支持更长距离的数据传输。

[0185] 可选地,作为另一种数据传输方法,该数据传输方法包括以下步骤。

[0186] 步骤1:生成帧,所述帧的数据部分包含N个数据块,所述N个数据块从第一个数据块到第N个数据块顺序排列,所述N个数据块采用交织处理。

[0187] 步骤2:发送所述帧。

[0188] 需要说明的是,图20中以8个数据块为例,给出交织处理的操作。

[0189] 上述数据传输方法,在接收侧可以通过对N个数据块进行去交织处理得到数据。

[0190] 总结性地,本申请提供了一种数据传输方法,该数据传输方法包括生成帧并发送帧,所述帧的数据部分包含N个数据块,所述N个数据块从第一个数据块到第N个数据块顺序排列,所述N个数据块采用交织处理。通过上述方式,该数据传输方法可以提高数据传输

的鲁棒性,支持更长距离的数据传输。

[0191] 实施例7

[0192] 本申请实施例7提供了一种单载波的数据传输方法,该方法可以应用于接入点和站点,例如:图1中的AP和STA1-STA2,图2中的基站和UE1-UE2。该数据传输方法的具体步骤如下:

[0193] 步骤701:生成帧,所述帧的数据部分包含 $2N$ 个数据块,所述 $2N$ 个数据块从第一个数据块到第 $2N$ 个数据块顺序排列,所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI,不同数据块的净荷部分通过GI分隔,其中,第 $2n$ 个数据块的净荷部分的值由第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分的值通过共轭操作得到, $n=1,2,\dots,N,N$ 为大于0的整数。

[0194] 步骤702:发送所述帧。

[0195] 具体地,所述数据传输方法应用于高频无线通信系统,所述高频包括6GHz以上的频段。优选地,该数据传输方法可应用于28GHz频段或者60GHz频段。

[0196] 需要说明的是,所述第 $2n-1$ 个数据块和第 $2n$ 个数据块的结构如图21和图22所示。其中,图21数据块的保护间隔部分和净荷部分采用 $\pi/2$ 的相移操作,图22数据块的保护间隔部分和净荷部分未采用相移操作。

[0197] 具体来说,图21和图22数据块的调制方式包括BPSK、QPSK、16QAM、16APSK或64QAM。

[0198] 下面结合图21和图22描述单载波数据传输的发送和接收过程。

[0199] 图21中发射机发送的单载波信号包括以下部分:

[0200] 当发送端设备采用短保护间隔(GI)时, $M=480,G=32,N=512$ 。当发送端设备采用普通GI时, $M=448,G=64,N=512$ 。当发送端设备采用长GI时, $M=384,G=128,N=512$ 。

[0201] 保护间隔GI部分: $\tilde{g}(l) = g(l)e^{j\frac{\pi}{2}l}, l = 0, 1, \dots, G-1$

[0202] 净荷部分: $\tilde{s}(m) = s(m)e^{j\frac{\pi}{2}m}, m = 0, 1, \dots, M-1$ 。

[0203] 在第 $2n-1$ 个数据块上发送的信号是 $x(n), n=0, 1, \dots, N-1, N=M+G$

[0204] 
$$x(n) = \begin{cases} s(n)e^{j\frac{\pi}{2}n} & , n = 0, 1, \dots, M-1 \\ g(n-M)e^{j\frac{\pi}{2}(n-M)} & , n = M, \dots, N-1 \end{cases}$$

[0205] 在第 $2n$ 个数据块上发送的信号是 $y(n), n=0, 1, \dots, N-1, N=M+G$

[0206] 
$$y(n) = \begin{cases} s^*(n)e^{j\frac{\pi}{2}n} & , n = 0, 1, \dots, M-1 \\ g(n-M)e^{j\frac{\pi}{2}(n-M)} & , n = M, \dots, N-1 \end{cases}$$

[0207]  $(\cdot)^*$ 表示共轭运算

[0208] 具体地,图21中发射机发送的单载波信号的接收处理如下:

[0209] 接收机接收到通过信道传输后的频域信号 $rf_1(k)$ 和 $rf_2(k)$ 为如下形式:

[0210] 
$$\begin{cases} r_{f1}(k) = h_f(k)x_f(k) \\ r_{f2}(k) = h_f(k)y_f(k) \end{cases}$$

[0211] 其中: $h_f(k)$ 为子载波 $k$ 对应的信道响应;

[0212]  $x_f(k) = \text{FFT}\{x(n)\}$ 是 $x(n)$ 对应的频域信号;

[0213]  $y_f(k) = \text{FFT}\{y(n)\}$ 是 $y(n)$ 对应的频域信号;

[0214]  $k$ 为子载波序号;

[0215] 容易验证,  $y_f(k) = \begin{cases} x_f^*(\frac{N}{2} - k) & , k = 0, \dots, \frac{N}{2} \\ x_f^*(\frac{3N}{2} - k) & , k = \frac{N}{2} + 1, \dots, N - 1 \end{cases}$

[0216] 因此,采用如下方式合并信号:

[0217] ■对于 $k=0, \dots, N/2$

$$[0218] \begin{cases} r_{f1}(k) & = h_f(k)x_f(k) \\ r_{f2}(\frac{N}{2} - k) & = h_f(\frac{N}{2} - k)x_f^*(k) \end{cases}$$

[0219] 对 $r_{f1}(k)$ 和 $r_{f2}(\frac{N}{2} - k)$ 进行合并可以得到:

$$[0220] r_f(k) = \frac{h_f^*(k) \times r_{f1}(k) + h_f(\frac{N}{2} - k) \times r_{f2}^*(\frac{N}{2} - k)}{|h_f(k)|^2 + |h_f(\frac{N}{2} - k)|^2} = x_f(k)$$

[0221] ■对于 $k=N/2+1, \dots, N-1$

$$[0222] \begin{cases} r_{f1}(k) & = h_f(k)x_f(k) \\ r_{f2}(\frac{3N}{2} - k) & = h_f(\frac{3N}{2} - k)x_f^*(k) \end{cases}$$

[0223] 对 $r_{f1}(k)$ 和 $r_{f2}(\frac{3N}{2} - k)$ 进行合并可以得到:

$$[0224] r_f(k) = \frac{h_f^*(k) \times r_{f1}(k) + h_f(\frac{3N}{2} - k) \times r_{f2}^*(\frac{3N}{2} - k)}{|h_f(k)|^2 + |h_f(\frac{3N}{2} - k)|^2} = x_f(k)$$

[0225] 获得 $r_f(k)$ ,  $k=0, 1, \dots, N-1$ , 对其进行IFFT变换, 即可以获得 $x(n)$ .

[0226] 图22中发射机发送的单载波信号包括以下部分:

[0227] 当发送端设备采用短保护间隔(GI)时,  $M=480, G=32, N=512$ 。当发送端设备采用普通GI时,  $M=448, G=64, N=512$ 。当发送端设备采用长GI时,  $M=384, G=128, N=512$ 。

[0228] 保护间隔部分:  $\tilde{g}(l) = g(l)$ ,  $l = 0, 1, \dots, G - 1$ 。

[0229] 净荷部分:  $\tilde{s}(m) = s(m)$ ,  $m = 0, 1, \dots, M - 1$ 。

[0230] 在第 $2n-1$ 个数据块上发送的信号是 $x(n)$ ,  $n=0, 1, \dots, N-1, N=M+G$

$$[0231] x(n) = \begin{cases} s(n) & , n = 0, 1, \dots, M - 1 \\ g(n - M) & , n = M, \dots, N - 1 \end{cases}$$

[0232] 在第 $2n$ 个数据块上发送的信号是 $y(n)$ ,  $n=0, 1, \dots, N-1, N=M+G$

$$[0233] y(n) = \begin{cases} s^*(n) & , n = 0, 1, \dots, M - 1 \\ g(n - M) & , n = M, \dots, N - 1 \end{cases}$$

[0234]  $(\cdot)^*$ 表示共轭运算

[0235] 具体地,图22中发射机发送的单载波信号的接收处理如下:

[0236] 接收机接收到通过信道传输后的频域信号 $r_{f1}(k)$ 和 $r_{f2}(k)$ 为如下形式:

$$[0237] \begin{cases} r_{f1}(k) & = h_f(k)x_f(k) \\ r_{f2}(k) & = h_f(k)y_f(k) \end{cases}$$

[0238] 容易验证,  $y_f(k) = \begin{cases} x_f^*(k) & , k = 0 \\ x_f^*(N - k) & , k = 1, \dots, N - 1 \end{cases}$

[0239] 因此,采用如下方式合并信号:

[0240] ■对于k=0

$$[0241] \begin{cases} r_{f_1}(0) = h_f(0)x_f(0) \\ r_{f_2}(0) = h_f(0)x_f^*(0) \end{cases}$$

[0242] 对 $r_{f_1}(0)$ 和 $r_{f_2}(0)$ 进行合并可以得到:

$$[0243] \begin{aligned} r_f(0) &= \frac{h_f^*(0) \times r_{f_1}(0) + h_f(0) \times r_{f_2}^*(0)}{|h_f(0)|^2 + |h_f(0)|^2} \\ &= x_f(0) \end{aligned}$$

[0244] ■对于k=1, ..., N-1

$$[0245] \begin{cases} r_{f_1}(k) = h_f(k)x_f(k) \\ r_{f_2}(N - k) = h_f(N - k)x_f^*(k) \end{cases}$$

[0246] 对 $r_{f_1}(k)$ 和 $r_{f_2}(N-k)$ 进行合并可以得到:

$$[0247] \begin{aligned} r_f(k) &= \frac{h_f^*(k) \times r_{f_1}(k) + h_f(N - k) \times r_{f_2}^*(N - k)}{|h_f(k)|^2 + |h_f(N - k)|^2} \\ &= x_f(k) \end{aligned}$$

[0248] 获得 $r_f(k)$ ,  $k=0, 1, \dots, N-1$ , 对其进行IFFT变换, 即可以获得 $x(n)$ .

[0249] 总结性地, 本申请提供了一种基于单载波的数据传输方法, 该数据传输方法包括生成帧并发送所述帧, 所述帧的数据部分包含 $2N$ 个数据块, 所述 $2N$ 个数据块从第一个数据块到第 $2N$ 个数据块顺序排列, 所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI, 不同数据块的净荷部分通过GI分隔, 其中, 第 $2n$ 个数据块的净荷部分的值由第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分的值通过共轭操作得到,  $n=1, 2, \dots, N$ ,  $N$ 为大于0的整数, 通过上述方式, 可以提高数据传输的鲁棒性, 支持更长距离的数据传输。

[0250] 实施例8

[0251] 本申请实施例8提供了一种单载波的数据传输方法, 该方法可以应用于接入点和站点, 例如: 图1中的AP和STA1-STA2, 图2中的基站和UE1-UE2。该数据传输方法的具体步骤如下:

[0252] 步骤801: 生成第一无线帧和第二无线帧, 所述第一无线帧和所述第二无线帧都包含 $2N$ 个数据块, 所述 $2N$ 个数据块从第一个数据块到第 $2N$ 个数据块顺序排列, 所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI, 不同数据块的净荷部分通过GI分隔, 其中, 所述第一无线帧的第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分的值包含第一信息集合, 所述第二无线帧的第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分的值包含第二信息集合, 所述第一无线帧的第 $2n$ 个数据块的净荷部分的值包含第二信息集合的共轭, 所述第二无线帧的第 $2n$ 个数据块的净荷部分的值包含第一信息集合的共轭,  $n=1, 2, \dots, N$ ,  $N$ 为大于0的整数。

[0253] 步骤802:通过第一天线发送所述第一无线帧,通过第二天线发送所述第二无线帧。

[0254] 具体地,所述数据传输方法应用于高频无线通信系统,所述高频包括6GHz以上的频段。优选地,该数据传输方法可应用于28GHz频段或者60GHz频段。

[0255] 需要说明的是,所述第2n-1个数据块和第2n个数据块的结构如图23和图24所示。其中,图23数据块的保护间隔部分和净荷部分采用 $\pi/2$ 的相移操作,图24数据块的保护间隔部分和净荷部分未采用相移操作。

[0256] 具体来说,图23和图24数据块的调制方式包括BPSK、QPSK、16QAM、16APSK或64QAM。

[0257] 下面结合图23和图24描述单载波数据传输的发送和接收过程。

[0258] 图23中发射机发送的单载波信号包括以下部分:

[0259] 当发送端设备采用短保护间隔(GI)时, $M=480, G=32, N=512$ 。当发送端设备采用普通GI时, $M=448, G=64, N=512$ 。当发送端设备采用长GI时, $M=384, G=128, N=512$ 。

[0260] 两个天线上发送的保护间隔GI相同,均为: $\tilde{g}(l) = g(l)e^{j\frac{\pi}{2}l}, l = 0, 1, \dots, G-1$ ;

[0261]  $s_1(m)$  和  $s_2(m)$  为待发送的单载波数据信号,其中  $s_1(m)$  为第一信息集合,  $s_2(m)$  为第二信息集合。

[0262] 第一天线发送的数据信号如下:

[0263] ◆在第2n-1个数据块上发送的信号是  $x_1(n), n=0, 1, \dots, N-1, N=M+G$

$$[0264] \quad x_1(n) = \begin{cases} s_1(n)e^{j\frac{\pi}{2}n} & , n = 0, 1, \dots, M-1 \\ g(n-M)e^{j\frac{\pi}{2}(n-M)} & , n = M, \dots, N-1 \end{cases}$$

[0265] ◆在第2n个数据块上发送的信号是  $y_1(n), n=0, 1, \dots, N-1, N=M+G$

$$[0266] \quad y_1(n) = \begin{cases} s_2^*(n)e^{j\frac{\pi}{2}n} & , n = 0, 1, \dots, M-1 \\ g(n-M)e^{j\frac{\pi}{2}(n-M)} & , n = M, \dots, N-1 \end{cases}$$

[0267] 第二天线发送的数据信号如下:

[0268] ◆在第2n-1个数据块上发送的信号是  $x_2(n), n=0, 1, \dots, N-1, N=M+G$

$$[0269] \quad x_2(n) = \begin{cases} s_2(n)e^{j\frac{\pi}{2}n} & , n = 0, 1, \dots, M-1 \\ g(n-M)e^{j\frac{\pi}{2}(n-M)} & , n = M, \dots, N-1 \end{cases}$$

[0270] ◆在第2n个数据块上发送的信号是  $y_2(n), n=0, 1, \dots, N-1, N=M+G$

$$[0271] \quad y_2(n) = \begin{cases} s_1^*(n)e^{j\frac{\pi}{2}n} & , n = 0, 1, \dots, M-1 \\ g(n-M)e^{j\frac{\pi}{2}(n-M)} & , n = M, \dots, N-1 \end{cases}$$

[0272] 接收机接收到的通过信道传输的频域信号可以成如下形式:

[0273] ●第一个BLOCK接收到的信号可以表示如下:

$$[0274] \quad \begin{cases} r_{f_1}^{[1]}(k) = h_{f,11}(k)x_{f_1}(k) + h_{f,12}(k)x_{f_2}(k) \\ r_{f_2}^{[1]}(k) = h_{f,21}(k)x_{f_1}(k) + h_{f,22}(k)x_{f_2}(k) \end{cases}$$

[0275] ●第二个BLOCK接收到的信号可以表示如下:

$$[0276] \quad \begin{cases} r_{f_1}^{[2]}(k) = h_{f,11}(k)y_{f_1}(k) + h_{f,12}(k)y_{f_2}(k) \\ r_{f_2}^{[2]}(k) = h_{f,21}(k)y_{f_1}(k) + h_{f,22}(k)y_{f_2}(k) \end{cases}$$

[0277] 其中:

[0278] ■  $r_{f1}^{[1]}(k)$ 为接收机第一个天线在子载波k,第一个BLOCK中接收到的信号;

[0279] ■  $r_{f2}^{[1]}(k)$ 为接收机第二个天线在子载波k,第一个BLOCK中接收到的信号;

[0280] ■  $r_{f1}^{[2]}(k)$ 为接收机第一个天线在子载波k,第二个BLOCK中接收到的信号;

[0281] ■  $r_{f2}^{[2]}(k)$ 为接收机第二个天线在子载波k,第二个BLOCK中接收到的信号;

[0282] ■  $h_{f,11}(k)$ 为发射机第一个天线到接收机第一个天线在子载波k上的信道响应;

[0283] ■  $h_{f,12}(k)$ 为发射机第二个天线到接收机第一个天线在子载波k上的信道响应;

[0284] ■  $h_{f,21}(k)$ 为发射机第一个天线到接收机第二个天线在子载波k上的信道响应;

[0285] ■  $h_{f,22}(k)$ 为发射机第二个天线到接收机第二个天线在子载波k上的信道响应;

[0286] ■  $x_{f1}(k) = \text{FFT}\{x_1(n)\}$ 是 $x_1(n)$ 对应的频域信号;

[0287] ■  $x_{f2}(k) = \text{FFT}\{x_2(n)\}$ 是 $x_2(n)$ 对应的频域信号;

[0288] ■  $y_{f1}(k) = \text{FFT}\{y_1(n)\}$ 是 $y_1(n)$ 对应的频域信号;

[0289] ■  $y_{f2}(k) = \text{FFT}\{y_2(n)\}$ 是 $y_2(n)$ 对应的频域信号。

[0290] 容易验证:

$$[0291] \quad y_{f2}(k) = \begin{cases} x_{f1}^*\left(\frac{N}{2} - k\right) & , k = 0, \dots, \frac{N}{2} \\ x_{f1}^*\left(\frac{3N}{2} - k\right) & , k = \frac{N}{2} + 1, \dots, N - 1 \end{cases}$$

$$[0292] \quad y_{f1}(k) = \begin{cases} x_{f2}^*\left(\frac{N}{2} - k\right) & , k = 0, \dots, \frac{N}{2} \\ x_{f2}^*\left(\frac{3N}{2} - k\right) & , k = \frac{N}{2} + 1, \dots, N - 1 \end{cases}$$

[0293] 因此,接收信号可以如下方式合并:

[0294] ■ 对于 $k=0, \dots, N/2$

$$[0295] \quad \begin{cases} r_{f1}^{[1]}(k) & = h_{f,11}(k)x_{f1}(k) & + h_{f,12}(k)x_{f2}(k) \\ r_{f2}^{[1]}(k) & = h_{f,21}(k)x_{f1}(k) & + h_{f,22}(k)x_{f2}(k) \\ r_{f1}^{[2]}\left(\frac{N}{2} - k\right) & = h_{f,11}\left(\frac{N}{2} - k\right)x_{f2}^*(k) & + h_{f,12}\left(\frac{N}{2} - k\right)x_{f1}^*(k) \\ r_{f2}^{[2]}\left(\frac{N}{2} - k\right) & = h_{f,21}\left(\frac{N}{2} - k\right)x_{f2}^*(k) & + h_{f,22}\left(\frac{N}{2} - k\right)x_{f1}^*(k) \end{cases}$$

[0296] 进一步的可以得到:

$$[0297] \quad \underbrace{\begin{bmatrix} r_{f1}^{[1]}(k) \\ r_{f2}^{[1]}(k) \\ r_{f1}^{*[2]}\left(\frac{N}{2} - k\right) \\ r_{f2}^{*[2]}\left(\frac{N}{2} - k\right) \end{bmatrix}}_{\mathbf{r}(k)} = \underbrace{\begin{bmatrix} h_{f,11}(k) & h_{f,12}(k) \\ h_{f,21}(k) & h_{f,22}(k) \\ h_{f,12}^*\left(\frac{N}{2} - k\right) & h_{f,11}^*\left(\frac{N}{2} - k\right) \\ h_{f,22}^*\left(\frac{N}{2} - k\right) & h_{f,21}^*\left(\frac{N}{2} - k\right) \end{bmatrix}}_{\mathbf{H}(k)} \underbrace{\begin{bmatrix} x_{f1}(k) \\ x_{f2}(k) \end{bmatrix}}_{\mathbf{x}(k)}$$

[0298] 对 $\mathbf{x}(k)$ 采用迫零求解可以获得:

[0299]  $\mathbf{x}(k) = (\mathbf{H}^H(k) \mathbf{H}(k))^{-1} \mathbf{H}^H(k) \mathbf{r}(k)$ , 其中 $(\cdot)^H$ 表示对矩阵求共轭转置,  $(\cdot)^{-1}$ 表示对矩阵

求逆。

[0300] ■ 对于  $k=N/2+1, \dots, N-1$

$$[0301] \begin{cases} r_{f_1}^{[1]}(k) &= h_{f,11}(k)x_{f_1}(k) &+ h_{f,12}(k)x_{f_2}(k) \\ r_{f_2}^{[1]}(k) &= h_{f,21}(k)x_{f_1}(k) &+ h_{f,22}(k)x_{f_2}(k) \\ r_{f_1}^{[2]}(\frac{3N}{2}-k) &= h_{f,11}(\frac{3N}{2}-k)x_{f_2}^*(k) &+ h_{f,12}(\frac{3N}{2}-k)x_{f_1}^*(k) \\ r_{f_2}^{[2]}(\frac{3N}{2}-k) &= h_{f,21}(\frac{3N}{2}-k)x_{f_2}^*(k) &+ h_{f,22}(\frac{3N}{2}-k)x_{f_1}^*(k) \end{cases}$$

[0302] 同样进一步的可以得到：

$$[0303] \underbrace{\begin{bmatrix} r_{f_1}^{[1]}(k) \\ r_{f_2}^{[1]}(k) \\ r_{f_1}^{*[2]}(\frac{3N}{2}-k) \\ r_{f_2}^{*[2]}(\frac{3N}{2}-k) \end{bmatrix}}_{\mathbf{r}(k)} = \underbrace{\begin{bmatrix} h_{f,11}(k) & h_{f,12}(k) \\ h_{f,21}(k) & h_{f,22}(k) \\ h_{f,12}^*(\frac{3N}{2}-k) & h_{f,11}^*(\frac{3N}{2}-k) \\ h_{f,22}^*(\frac{3N}{2}-k) & h_{f,21}^*(\frac{3N}{2}-k) \end{bmatrix}}_{\mathbf{H}(k)} \underbrace{\begin{bmatrix} x_{f_1}(k) \\ x_{f_2}(k) \end{bmatrix}}_{\mathbf{x}(k)}$$

[0304] 对  $\mathbf{x}(k)$  采用迫零求解可以获得：

[0305]  $\mathbf{x}(k) = (\mathbf{H}^H(k) \mathbf{H}(k))^{-1} \mathbf{H} \mathbf{r}(k)$ ，其中  $(\cdot)^H$  表示对矩阵求共轭转置， $(\cdot)^{-1}$  表示对矩阵求逆。

[0306] 获得  $\mathbf{x}(k)$  可以获得  $x_{f_1}(k)$  和  $x_{f_2}(k)$ ，对  $x_{f_1}(k)$  和  $x_{f_2}(k)$  进行 IFFT 变换可以获得从而进一步获得  $x_1(n)$  和  $x_2(n)$ 。

[0307] 图24中发射机发送的单载波信号包括以下部分：

[0308] 当发送端设备采用短保护间隔 (GI) 时,  $M=480, G=32, N=512$ 。当发送端设备采用普通GI时,  $M=448, G=64, N=512$ 。当发送端设备采用长GI时,  $M=384, G=128, N=512$ 。

[0309] 两个天线上发送的保护间隔GI信号相同, 均为:  $\tilde{g}(l) = g(l), l = 0, 1, \dots, G-1$ 。

[0310]  $s_1(m)$  和  $s_2(m)$  为发送的单载波数据信号,, 其中  $s_1(m)$  为第一信息集合,  $s_2(m)$  为第二信息集合。

[0311] 第一天线发送的数据信号如下：

[0312] ◆ 在第  $2n-1$  个数据块上发送的信号是  $x_1(n), n=0, 1, \dots, N-1, N=M+G$

$$[0313] x_1(n) = \begin{cases} s_1(n) & , n = 0, 1, \dots, M-1 \\ g(n-M) & , n = M, \dots, N-1 \end{cases}$$

[0314] ◆ 在第  $2n$  个数据块上发送的信号是  $y_1(n), n=0, 1, \dots, N-1, N=M+G$

$$[0315] y_1(n) = \begin{cases} s_2^*(n) & , n = 0, 1, \dots, M-1 \\ g(n-M) & , n = M, \dots, N-1 \end{cases}$$

[0316] 第二天线发送的数据信号如下：

[0317] ◆ 在第  $2n-1$  个数据块上发送的信号是  $x_2(n), n=0, 1, \dots, N-1, N=M+G$

$$[0318] x_2(n) = \begin{cases} s_2(n) & , n = 0, 1, \dots, M-1 \\ g(n-M) & , n = M, \dots, N-1 \end{cases}$$

[0319] ◆ 在第2n个数据块上发送的信号是 $y_2(n)$ ,  $n=0, 1, \dots, N-1, N=M+G$

$$[0320] \quad y_2(n) = \begin{cases} s_1^*(n) & , n = 0, 1, \dots, M-1 \\ g(n-M) & , n = M, \dots, N-1 \end{cases}$$

[0321] 接收机接收到的通过信道传输的频域信号可以成如下形式:

[0322] 容易验证:

$$[0323] \quad y_{f_2}(k) = \begin{cases} x_{f_1}^*(k) & , k = 0 \\ x_{f_1}^*(N-k) & , k = 1, \dots, N-1 \end{cases}$$

$$[0324] \quad y_{f_1}(k) = \begin{cases} x_{f_2}^*(k), k = 0 \\ x_{f_2}^*(N-k), k = 1, \dots, N-1 \end{cases}$$

[0325] 因此,接收信号可以如下方式合并:

[0326] ■ 对于 $k=0$

$$[0327] \quad \begin{cases} r_{f_1}^{[1]}(k) = h_{f,11}(k)x_{f_1}(k) + h_{f,12}(k)x_{f_2}(k) \\ r_{f_2}^{[1]}(k) = h_{f,21}(k)x_{f_1}(k) + h_{f,22}(k)x_{f_2}(k) \\ r_{f_1}^{[2]}(k) = h_{f,11}(k)x_{f_2}^*(k) + h_{f,12}(k)x_{f_1}^*(k) \\ r_{f_2}^{[2]}(k) = h_{f,21}(k)x_{f_2}^*(k) + h_{f,22}(k)x_{f_1}^*(k) \end{cases}$$

[0328] 进一步的可以得到:

$$[0329] \quad \underbrace{\begin{bmatrix} r_{f_1}^{[1]}(k) \\ r_{f_2}^{[1]}(k) \\ r_{f_1}^{*[2]}(k) \\ r_{f_2}^{*[2]}(k) \end{bmatrix}}_{\mathbf{r}(k)} = \underbrace{\begin{bmatrix} h_{f,11}(k) & h_{f,12}(k) \\ h_{f,21}(k) & h_{f,22}(k) \\ h_{f,12}^*(k) & h_{f,11}^*(k) \\ h_{f,22}^*(k) & h_{f,21}^*(k) \end{bmatrix}}_{\mathbf{H}(k)} \underbrace{\begin{bmatrix} x_{f_1}(k) \\ x_{f_2}(k) \end{bmatrix}}_{\mathbf{x}(k)}$$

[0330] 对 $\mathbf{x}(k)$ 采用迫零求解可以获得:

[0331]  $\mathbf{x}(k) = (\mathbf{H}^H(k)\mathbf{H}(k))^{-1}\mathbf{H}^H(k)\mathbf{r}(k)$ , 其中 $(\cdot)^H$ 表示对矩阵求共轭转置,  $(\cdot)^{-1}$ 表示对矩阵求逆。

[0332] ■ 对于 $k=1, \dots, N-1$

$$[0333] \quad \begin{cases} r_{f_1}^{[1]}(k) = h_{f,11}(k)x_{f_1}(k) + h_{f,12}(k)x_{f_2}(k) \\ r_{f_2}^{[1]}(k) = h_{f,21}(k)x_{f_1}(k) + h_{f,22}(k)x_{f_2}(k) \\ r_{f_1}^{[2]}(N-k) = h_{f,11}(N-k)x_{f_2}^*(k) + h_{f,12}(N-k)x_{f_1}^*(k) \\ r_{f_2}^{[2]}(N-k) = h_{f,21}(N-k)x_{f_2}^*(k) + h_{f,22}(N-k)x_{f_1}^*(k) \end{cases}$$

[0334] 同样进一步的可以得到:

$$[0335] \quad \underbrace{\begin{bmatrix} r_{f_1}^{[1]}(k) \\ r_{f_2}^{[1]}(k) \\ r_{f_1}^{*[2]}(N-k) \\ r_{f_2}^{*[2]}(N-k) \end{bmatrix}}_{\mathbf{r}(k)} = \underbrace{\begin{bmatrix} h_{f,11}(k) & h_{f,12}(k) \\ h_{f,21}(k) & h_{f,22}(k) \\ h_{f,12}^*(N-k) & h_{f,11}^*(N-k) \\ h_{f,22}^*(N-k) & h_{f,21}^*(N-k) \end{bmatrix}}_{\mathbf{H}(k)} \underbrace{\begin{bmatrix} x_{f_1}(k) \\ x_{f_2}(k) \end{bmatrix}}_{\mathbf{x}(k)}$$

[0336] 对 $\mathbf{x}(k)$ 采用迫零求解可以获得:

[0337]  $\mathbf{x}(k) = (\mathbf{H}^H(k) \mathbf{H}(k))^{-1} \mathbf{H}^H(k) \mathbf{r}(k)$ , 其中 $(\cdot)^H$ 表示对矩阵求共轭转置,  $(\cdot)^{-1}$ 表示对矩阵

[0338] 求逆。

[0339] 获得 $\mathbf{x}(k)$ 可以获得 $x_{f_1}(k)$ 和 $x_{f_2}(k)$ , 从而进一步获得 $s_1(m)$ 和 $s_2(m)$ 。

[0340] 总结性地, 本申请提供了一种基于单载波的数据传输方法, 该数据传输方法包括生成第一无线帧和第二无线帧并发送所述第一无线帧和所述第二无线帧, 所述第一无线帧和所述第二无线帧都包含 $2N$ 个数据块, 所述 $2N$ 个数据块从第一个数据块到第 $2N$ 个数据块顺序排列, 所述数据块包括净荷部分和保护间隔GI, 不同数据块的净荷部分通过GI分隔, 其中, 所述第一无线帧的第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分的值包含第一信息集合, 所述第二无线帧的第 $2n-1$ 个数据块的净荷部分的值包含第二信息集合, 所述第一无线帧的第 $2n$ 个数据块的净荷部分的值包含第二信息集合的共轭, 所述第二无线帧的第 $2n$ 个数据块的净荷部分的值包含第一信息集合的共轭,  $n=1, 2, \dots, N$ ,  $N$ 为大于0的整数, 通过上述方式, 可以提高数据传输的鲁棒性, 支持更长距离的数据传输。

[0341] 需要说明的是, 实施例7和8的单载波数据传输方法均可以通过实施例4的单载波数据传输装置来实现。其中基带处理器用于实现实施例7-8中的帧生成过程, 收发器用于实现实施例7-8中的帧收发过程。单载波数据传输方法在实施例7-8中已经详细阐释, 相应的单载波数据传输装置实施例不再赘述。

[0342] 通过以上的实施方式的描述, 所属领域的技术人员可以清楚地了解到本发明可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现, 当然也可以通过硬件, 但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解, 本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来, 该计算机软件产品存储在可读取的存储介质中, 如计算机的软盘, 硬盘或光盘等, 包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机, 服务器, 或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述的方法。

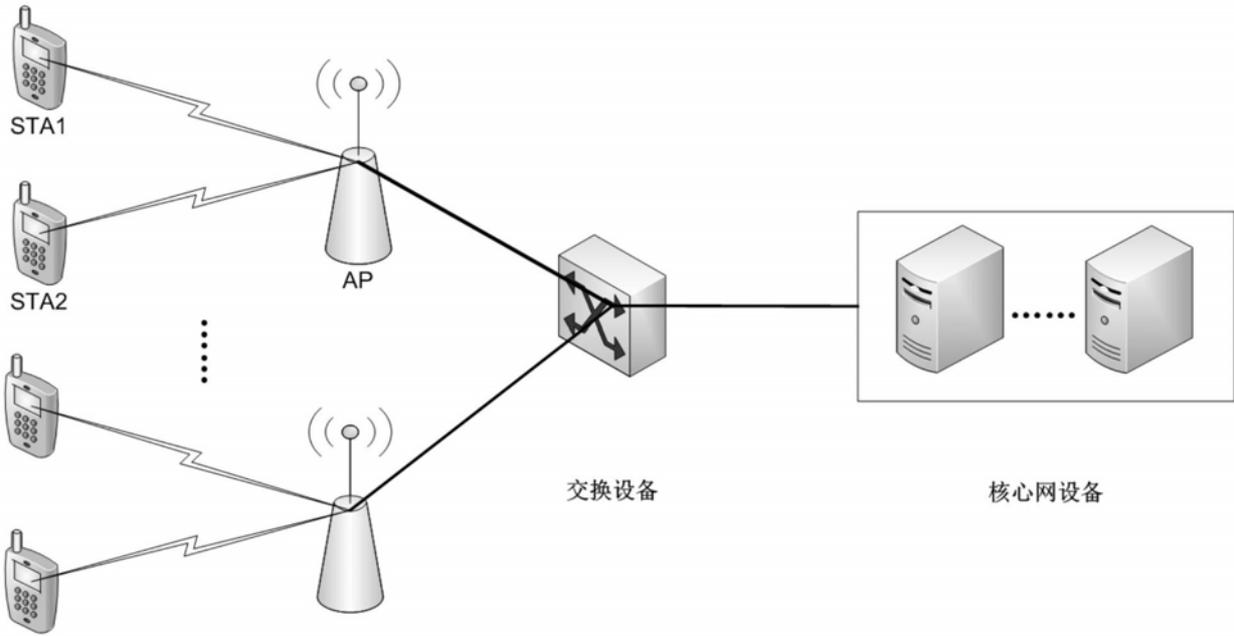


图1

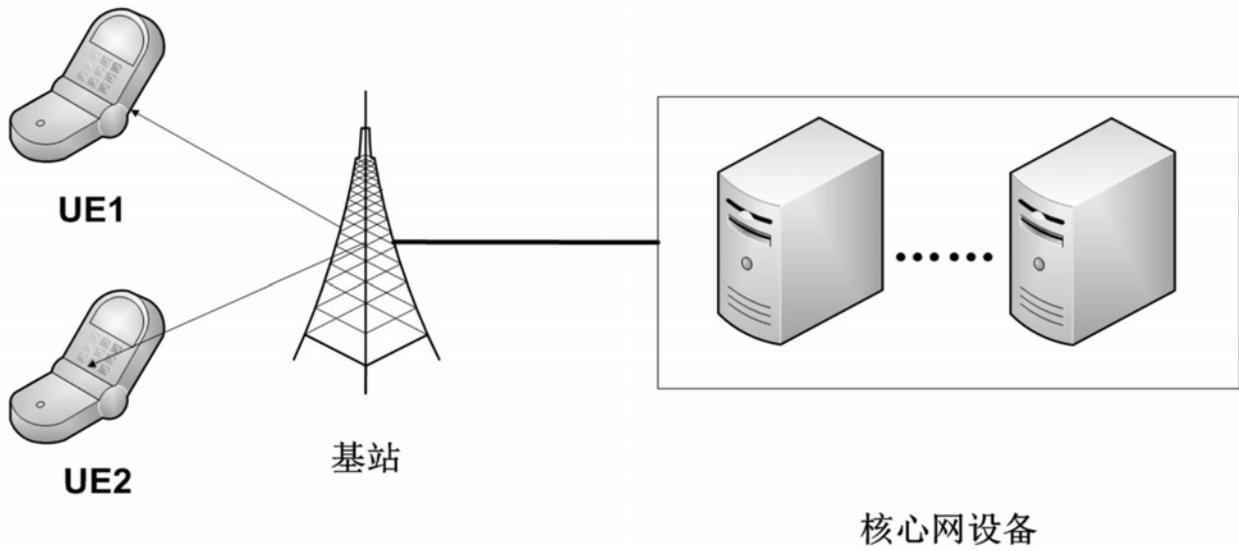


图2

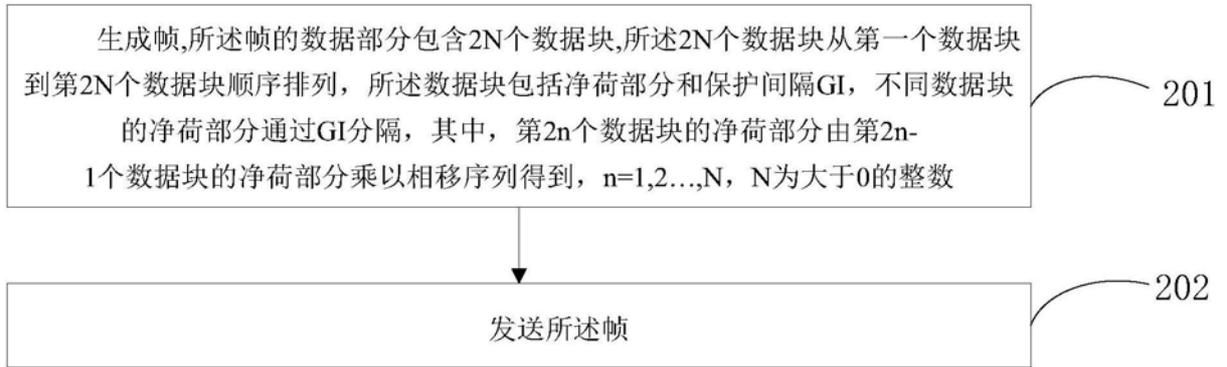


图3

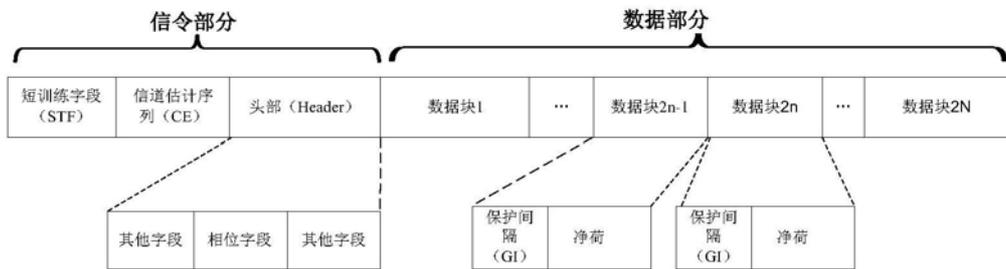


图4

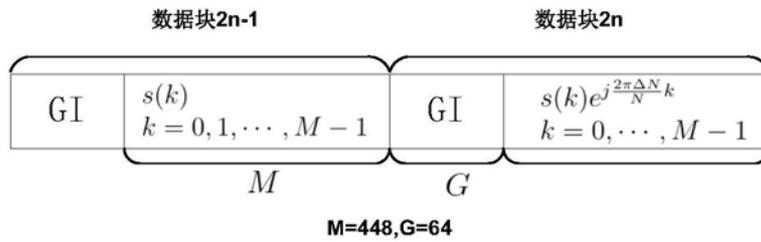


图5

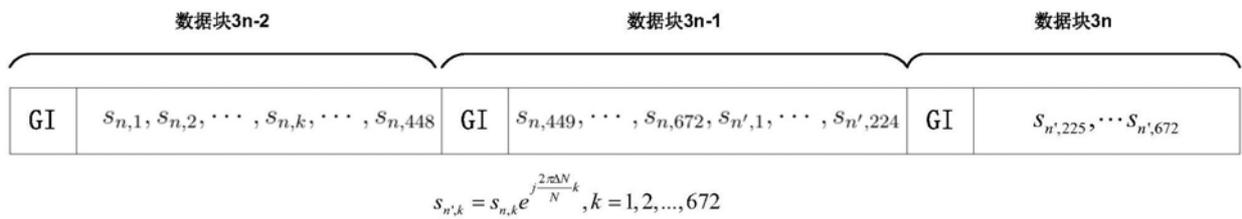


图6

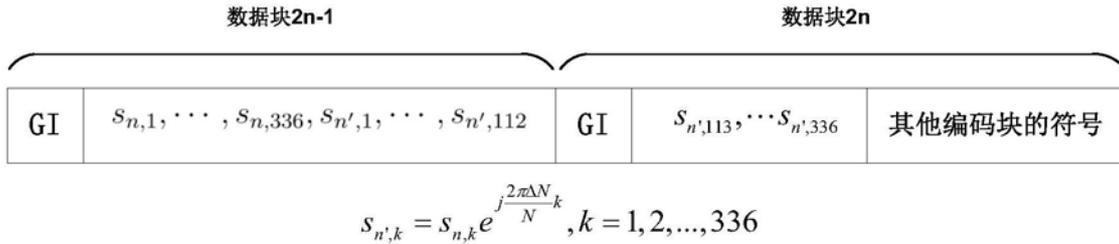


图7

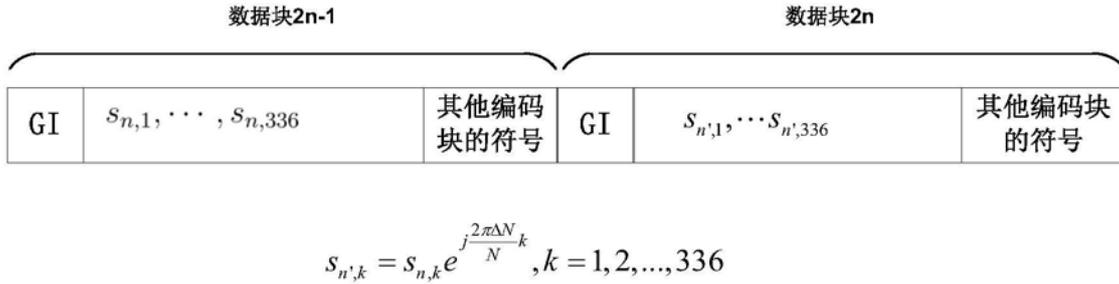


图8

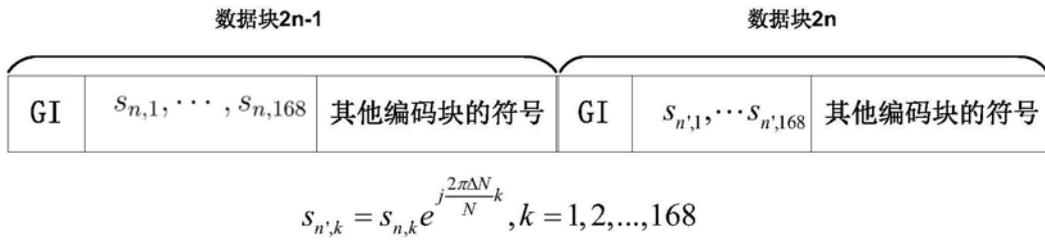


图9

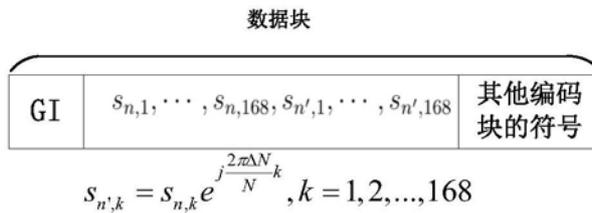


图10

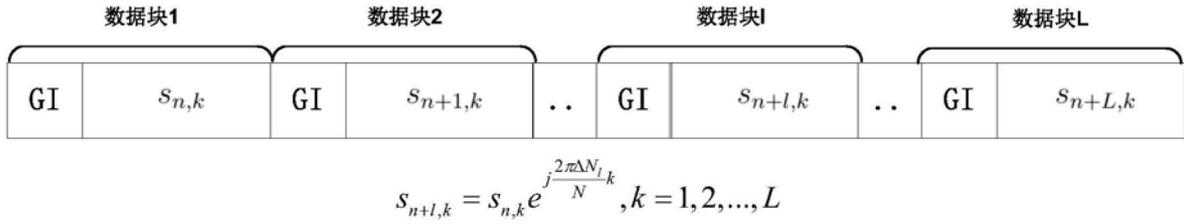


图11

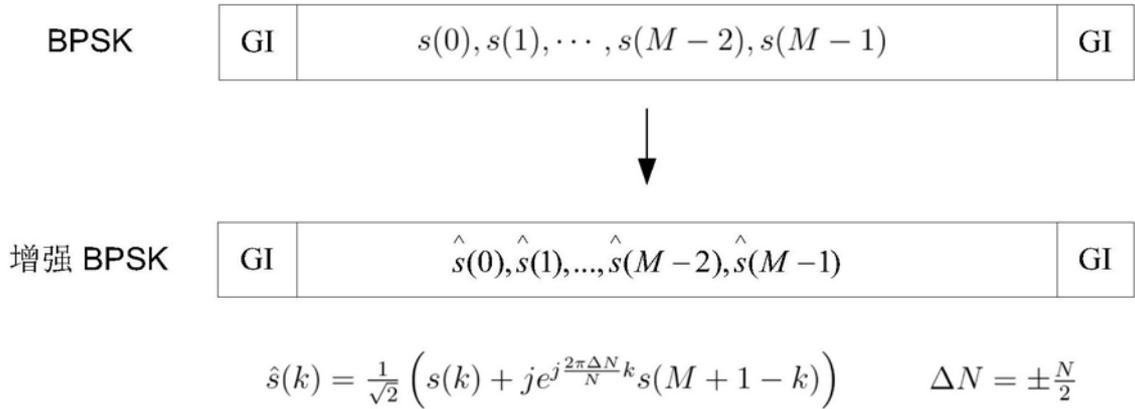


图12

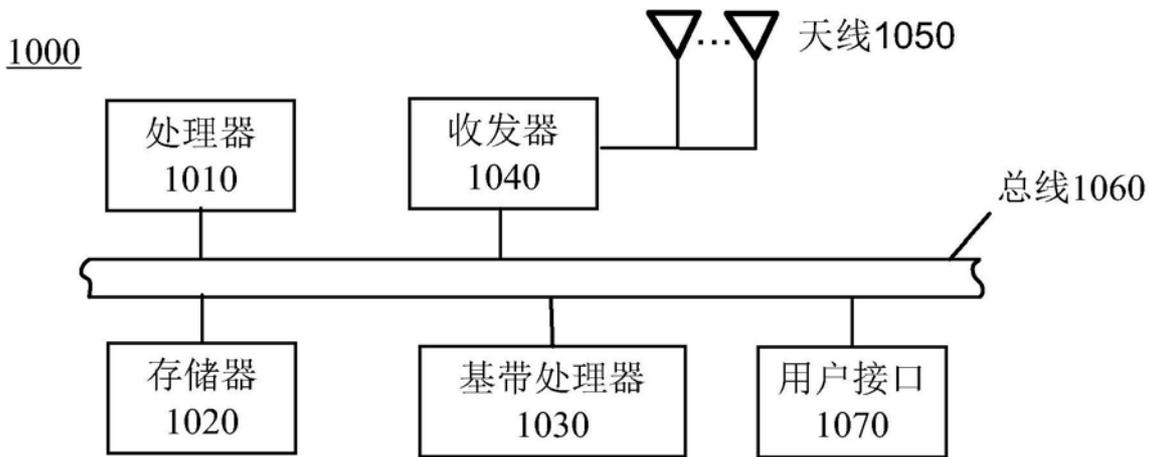


图13

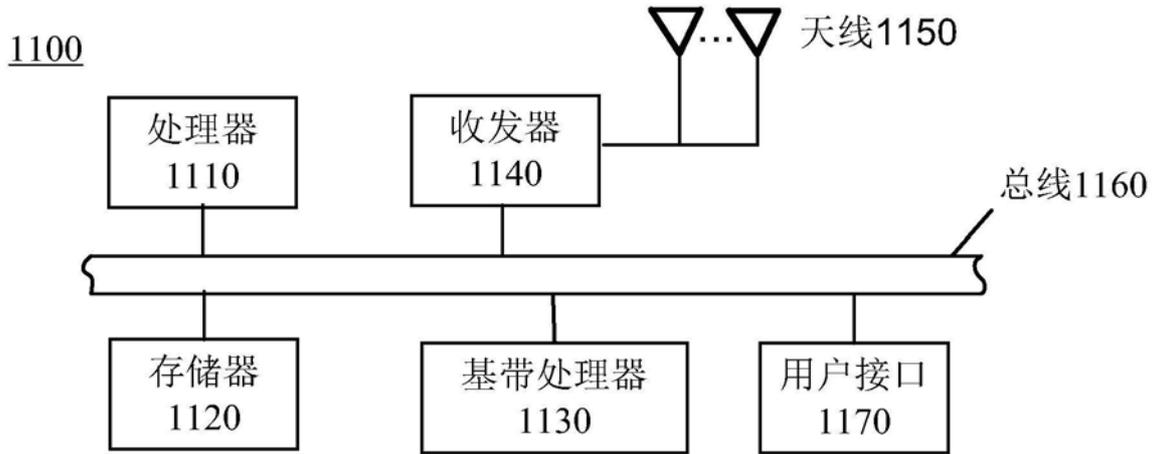


图14

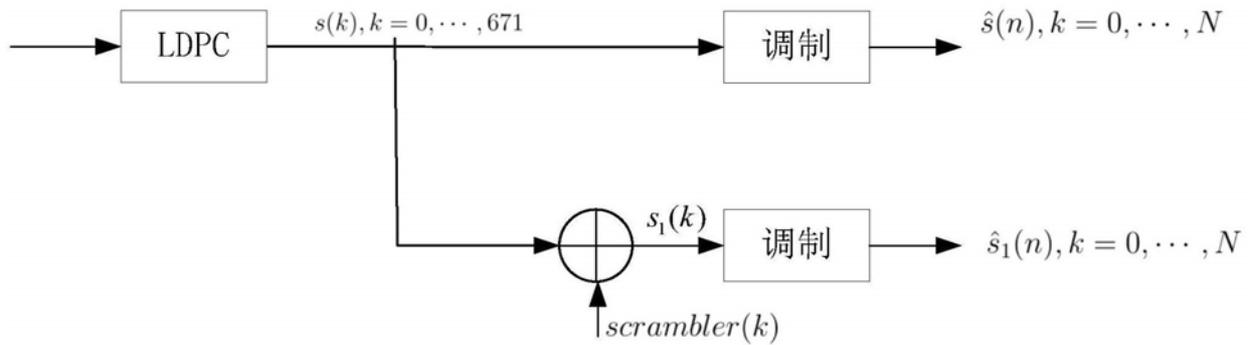


图15

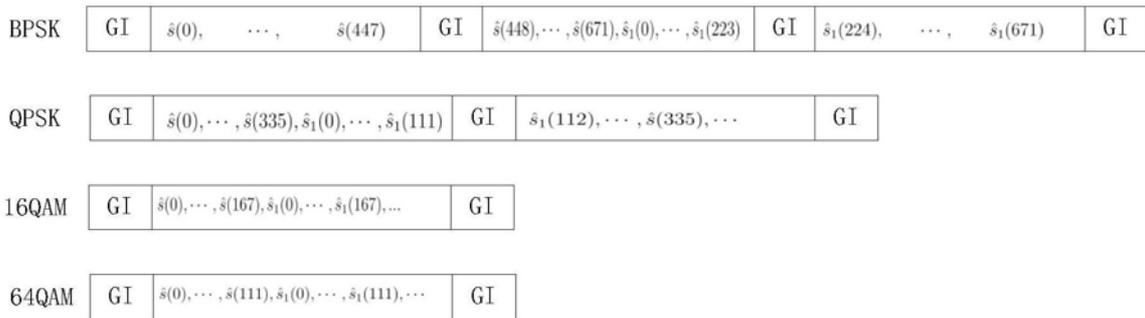


图16

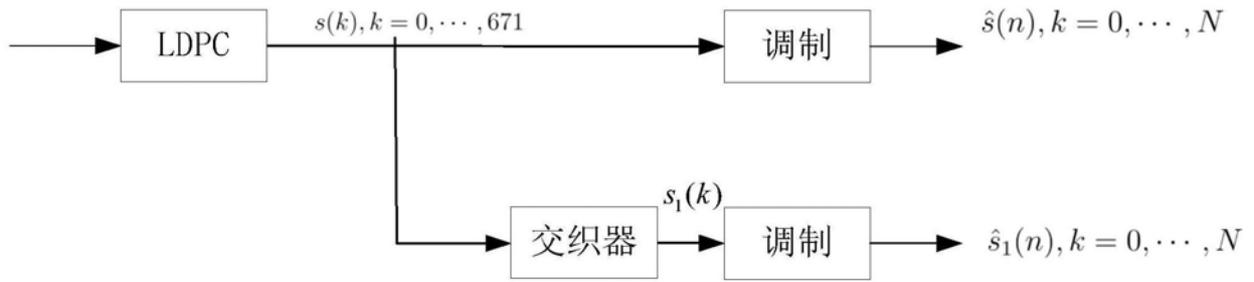


图17

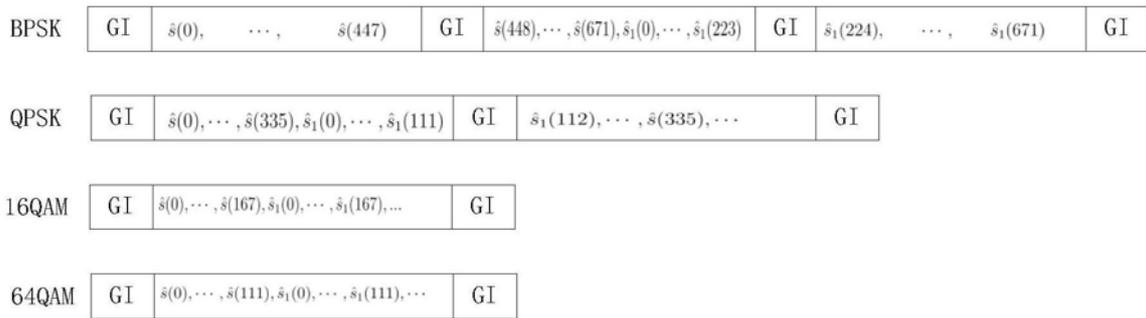


图18

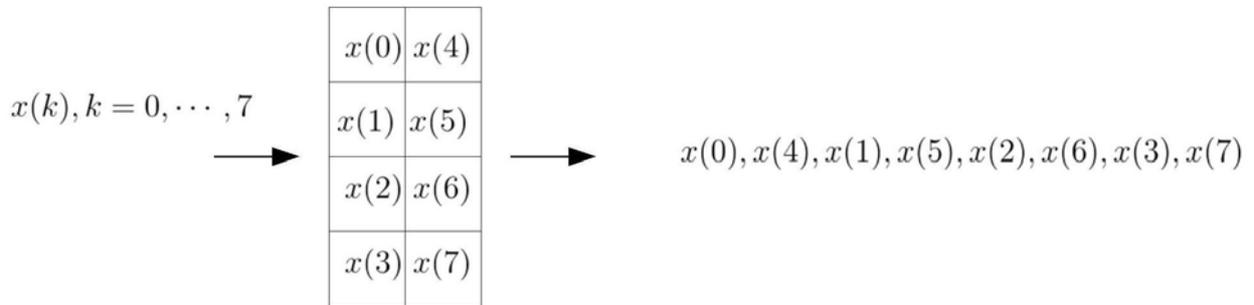


图19

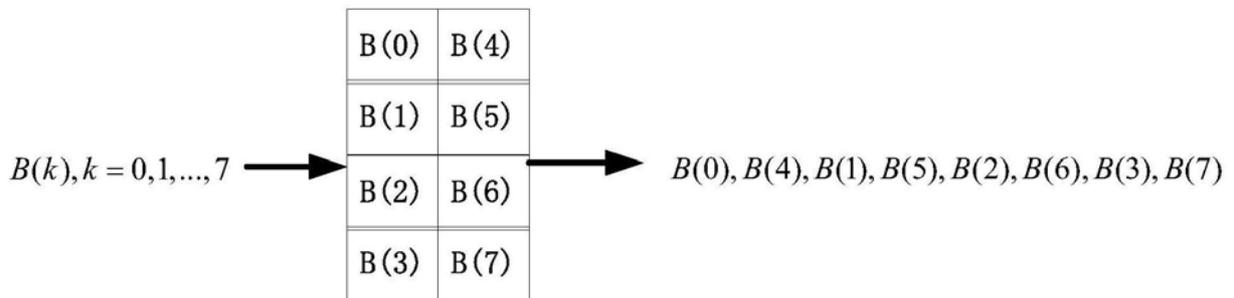


图20

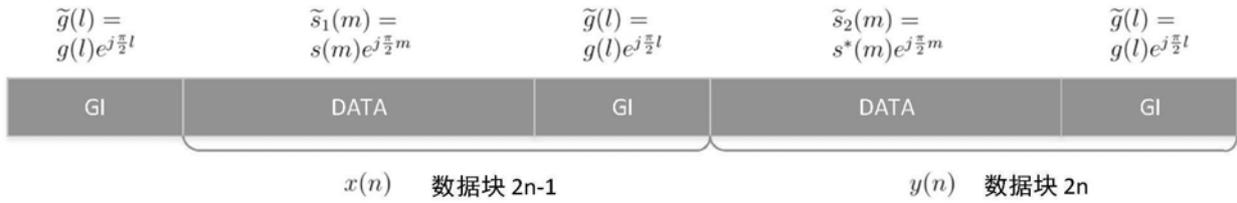


图21

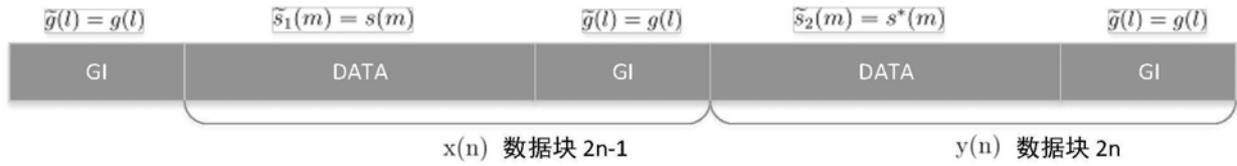


图22

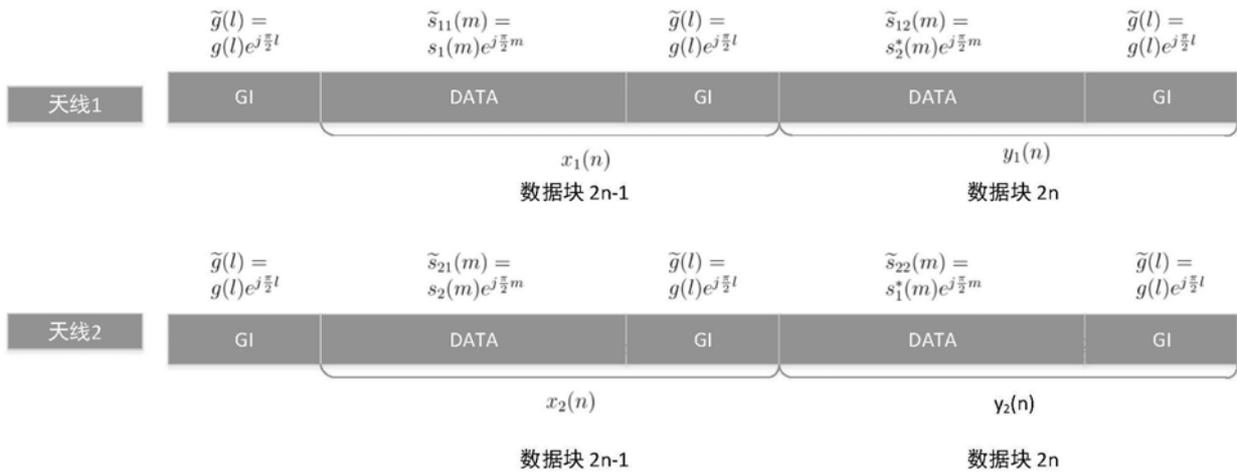


图23

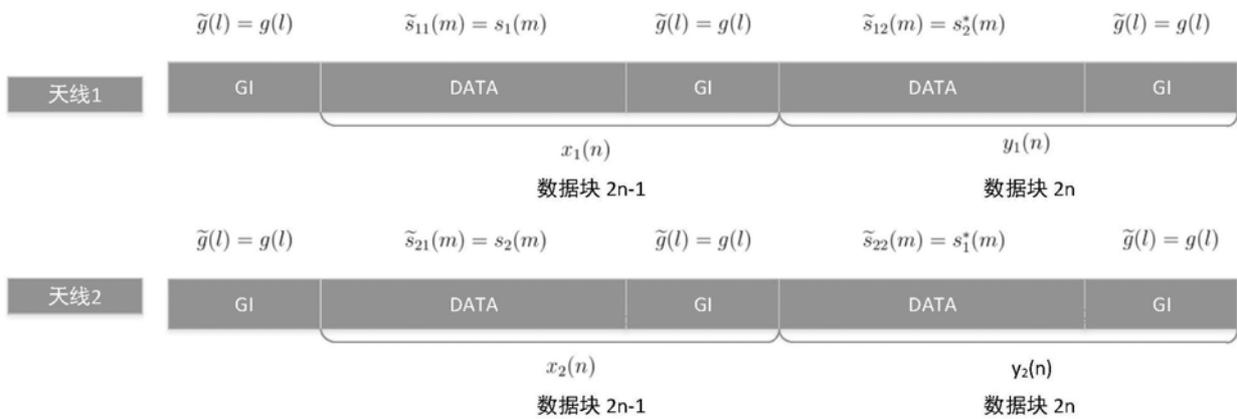


图24