

(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
2023年6月8日 (08.06.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/098398 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04L 1/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2022/129947
- (22) 国际申请日: 2022年11月4日 (04.11.2022)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202111464150.4 2021年12月2日 (02.12.2021) 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: 童佳杰 (TONG, Jiajie); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 王献斌 (WANG, Xianbin); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 张华滋 (ZHANG, Huazi); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 李榕 (LI, Rong); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 王俊 (WANG, Jun); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (74) 代理人: 北京中博世达专利商标代理有限公司 (BEIJING ZBSD PATENT & TRADEMARK AGENT LTD.); 中国北京市海淀区交大东路31号11号楼8层, Beijing 100044 (CN)。

(54) Title: COMMUNICATION METHOD AND APPARATUS

(54) 发明名称: 通信方法及装置

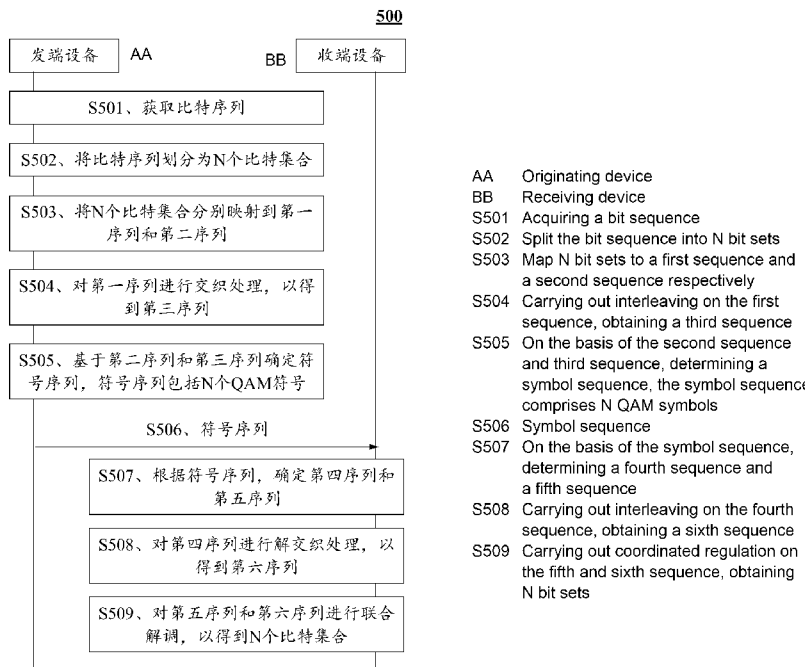


图5

(57) Abstract: The present application relates to the technical field of wireless communication. Provided are a communication method and a device that can allow a fading channel to achieve good error correction capability, and is beneficial to improving the reliability of an information transmission. The method comprises: an originating device determining a first sequence and a second sequence of quadrature amplitude modulation (QAM) on the basis of N bit sets. The first sequence comprises N in-phase components, the second sequence comprising N quadrature components; or the first sequence comprises N quadrature components, the second sequence

(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, 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, 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, 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))。

comprising N in-phase components, N being an integer greater than or equal to 2. Then, the originating device carries out interleaving processing on the first sequence, obtaining a third sequence. Thereafter, the originating device sends a symbol sequence determined on the basis of the second sequence and the third sequence to a receiving device. Wherein, the symbol sequence comprises N QAM symbols.

(57) 摘要: 本申请提供了通信方法及装置, 涉及无线通信技术领域, 能够使得衰落信道实现良好的纠错能力, 有助于提升信息传输可靠性。该方法包括: 发端设备基于N个比特集合确定正交幅度调制QAM的第一序列和第二序列。其中, 第一序列包括N个同相分量, 第二序列包括N个正交分量, 或第一序列包括N个正交分量, 第二序列包括N个同相分量, N为大于或等于2的整数。然后, 发端设备对第一序列进行交织处理, 以得到第三序列。之后, 发端设备向收端设备发送基于第二序列和第三序列确定的符号序列。其中, 符号序列包括N个QAM符号。

通信方法及装置

本申请要求于2021年12月02日提交国家知识产权局、申请号为202111464150.4、申请名称为“通信方法及装置”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。

5 技术领域

本申请涉及无线通信技术领域，尤其涉及一种通信方法及装置。

背景技术

10 通信系统大多采用信道编码来抵抗干扰，以提升系统可靠性。信道编码的构造基础是假设所有的信息都经过高斯加性白噪声（additive white gaussian noise, AWGN）信道。其中，AWGN信道，是指信道的噪声在频谱上均匀分布，幅度上呈正态分布的信道。

然而，真实环境中的信道多为衰落信道（fading channel），即受到多径、接收目标/发送目标相对位置的移动、射频器件的非线性特性等影响，而呈现频选、衰落特性。因此，在衰落信道传输信息时，若沿用基于AWGN信道构造的信道编码，则衰落信道的纠错能力较差，影响系统可靠性。

15 发明内容

本申请提供一种通信方法及装置，能够使得衰落信道实现良好的纠错能力，有助于提升信息传输可靠性。

为达到上述目的，本申请实施例采用如下技术方案：

20 第一方面，本申请实施例提供一种通信方法，该方法的执行主体可以是发端设备，也可以是应用于发端设备中的芯片。下面以执行主体是发端设备为例进行描述。该方法包括：发端设备基于N个比特集合确定正交幅度调制QAM的第一序列和第二序列。其中，第一序列包括N个同相分量，第二序列包括N个正交分量，或第一序列包括N个正交分量，第二序列包括N个同相分量，N为大于或等于2的整数。然后，发端设备对第一序列进行交织处理，以得到第三序列。之后，发端设备向收端设备发送基于第二序列和第三序列确定的符号序列。
25 其中，符号序列包括N个QAM符号。

如此，同一比特集合进行了两次映射，该比特集合携带的比特信息通过两个序列（如上述第二序列和第三序列）进行传输。由于第三序列已做交织处理，所以，不同位置上的比特信息受到的干扰得到平均化，也使得衰落信道的信道特征变得均匀，更接近AWGN信道，从而实现良好的纠错能力，有助于提升信息传输可靠性。

30 在一种可能的设计中，N个同相分量是基于第一码本确定的。其中，第一码本至少指示比特集合与同相分量之间的映射关系。N个正交分量是基于第二码本确定的。其中，第二码本至少指示比特集合与正交分量之间的映射关系。

如此，发端设备基于预设的码本和比特集合中的比特取值状况，将N个比特集合映射到第一序列，以及将N个比特集合映射到第二序列。

35 在一种可能的设计中，N个同相分量包括N个第一符号的同相分量，N个正交分量包括N个第一符号的正交分量。其中，第一符号是第二符号在星座图上旋转第一角度得到的，且

第一符号的第一调制阶数是第二符号的第二调制阶数的平方。第二符号是比特集合调制后的符号。旋转是以星座图的原点为圆心，沿顺时针或逆时针进行的旋转。第一角度大于或等于以下角度：第二调制阶数的一个符号在星座图上沿顺时针或逆时针旋转之后，遇到第一调制阶数的首个符号时所旋转的最小角度。

5 如此，发端设备基于星座旋转方式，即可得到第一序列和第二序列。

在一种可能的设计中，第一角度满足：

$$\theta = \frac{\pi}{2} \times n \pm \sin^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{a}}\right)$$

其中， θ 表示第一角度， $\sin^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{a}}\right)$ 表示最小角度， π 表示圆周率， n 表示大于或等于0的整数， \sin^{-1} 表示反正弦， \sqrt{a} 表示第一符号的能量归一化常数。

10 在一种可能的设计中，比特集合包括X个比特，QAM符号的调制阶数是 2^{2X} ，X为正整数。

第二方面，本申请实施例提供一种通信方法，该方法的执行主体可以是收端设备，也可以是应用于收端设备中的芯片。下面以执行主体是收端设备为例进行描述。该方法包括：收端设备接收来自发端设备的符号序列，其中，符号序列包括N个正交幅度调制QAM符号。
15 收端设备根据符号序列，确定第四序列和第五序列，其中，第四序列包括N个QAM符号的同相分量，第五序列包括N个QAM符号的正交分量，或第四序列包括N个QAM符号的正交分量，第五序列包括N个QAM符号的同相分量。收端设备对第四序列进行解交织处理，以得到第六序列。收端设备对第五序列和第六序列进行联合解调，以得到N个比特集合。

20 在一种可能的设计中，比特集合包括X个比特，QAM符号的调制阶数是 2^{2X} ，X为正整数。

第三方面，本申请实施例提供一种通信装置，该通信装置可以为上述第一方面或第一方面任一种可能的设计中的发端设备，或者实现上述发端设备功能的芯片；所述通信装置包括实现上述方法相应的模块、单元、或手段(means)，该模块、单元、或means可以通过硬件实现，软件实现，或者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模块或单元。
25

该通信装置包括处理单元和发送单元。其中，处理单元，用于基于N个比特集合确定正交幅度调制QAM的第一序列和第二序列。其中，第一序列包括N个同相分量，第二序列包括N个正交分量，或第一序列包括N个正交分量，第二序列包括N个同相分量，N为大于或等于2的整数。处理单元，还用于对第一序列进行交织处理，以得到第三序列。发送单元，
30 用于向收端设备发送基于第二序列和第三序列确定的符号序列。其中，符号序列包括N个QAM符号。

在一种可能的设计中，N个同相分量是基于第一码本确定的。其中，第一码本至少指示比特集合与同相分量之间的映射关系。N个正交分量是基于第二码本确定的。其中，第二码本至少指示比特集合与正交分量之间的映射关系。
35

在一种可能的设计中，N个同相分量包括N个第一符号的同相分量，N个正交分量包括N个第一符号的正交分量。其中，第一符号是第二符号在星座图上旋转第一角度得到的，且第一符号的第一调制阶数是第二符号的第二调制阶数的平方。第二符号是比特集合调制后的符号。旋转是以星座图的原点为圆心，沿顺时针或逆时针进行的旋转。第一角度大于或等于

以下角度：第二调制阶数的一个符号在星座图上沿顺时针或逆时针旋转之后，遇到第一调制阶数的首个符号时所旋转的最小角度。

在一种可能的设计中，第一角度满足：

$$\theta = \frac{\pi}{2} \times n \pm \sin^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{a}}\right)$$

5 其中， θ 表示第一角度， $\sin^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{a}}\right)$ 表示最小角度， π 表示圆周率， n 表示大于或等于0的整数， \sin^{-1} 表示反正弦， \sqrt{a} 表示第一符号的能量归一化常数。

在一种可能的设计中，比特集合包括X个比特，QAM符号的调制阶数是 2^{2X} ，X为正整数。

10 第四方面，本申请实施例提供一种通信装置，该通信装置可以为上述第二方面或第二方面任一种可能的设计中的收端设备，或者实现上述收端设备功能的芯片；所述通信装置包括实现上述方法相应的模块、单元、或手段（means），该模块、单元、或means可以通过硬件实现，软件实现，或者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模块或单元。

15 该通信装置包括接收单元和处理单元。其中，接收单元，用于接收来自发端设备的符号序列，其中，符号序列包括N个正交幅度调制QAM符号。处理单元，用于根据符号序列，确定第四序列和第五序列，其中，第四序列包括N个QAM符号的同相分量，第五序列包括N个QAM符号的正交分量，或第四序列包括N个QAM符号的正交分量，第五序列包括N个QAM符号的同相分量。处理单元，还用于对第四序列进行解交织处理，以得到第六序列。处理单元，还用于对第五序列和第六序列进行联合解调，以得到N个比特集合。

20 在一种可能的设计中，比特集合包括X个比特，QAM符号的调制阶数是 2^{2X} ，X为正整数。

25 第五方面，本申请实施例提供了一种通信装置，包括：处理器和存储器；该存储器用于存储计算机指令，当该处理器执行该指令时，使得该通信装置执行上述任一方面或任一方面任一种可能的设计中的发端设备所执行的方法。该通信装置可以为上述第一方面或第一方面任一种可能的设计中的发端设备，或者实现上述发端设备功能的芯片。

30 第六方面，本申请实施例提供了一种通信装置，包括：处理器；所述处理器与存储器耦合，用于读取存储器中的指令并执行，以使该通信装置执行如上述任一方面或任一方面任一种可能的设计中的发端设备所执行的方法。该通信装置可以为上述第一方面或第一方面任一种可能的设计中的发端设备，或者实现上述发端设备功能的芯片。

第七方面，本申请实施例提供一种芯片，包括处理电路和输入输出接口。其中，输入输出接口用于与芯片之外的模块通信，例如，该芯片可以为实现上述第一方面或第一方面任一种可能的设计中的发端设备功能的芯片。处理电路用于运行计算机程序或指令，以实现以上第一方面或第一方面任一种可能的设计中的方法。

35 第八方面，本申请实施例提供了一种通信装置，包括：处理器和存储器；该存储器用于存储计算机指令，当该处理器执行该指令时，使得该通信装置执行上述任一方面或任一方面任一种可能的设计中的收端设备所执行的方法。该通信装置可以为上述第二方面或第二方面任一种可能的设计中的收端设备，或者实现上述收端设备功能的芯片。

第九方面，本申请实施例提供了一种通信装置，包括：处理器；所述处理器与存储器耦

合，用于读取存储器中的指令并执行，以使该通信装置执行如上述任一方面或任一方面任一种可能的设计中的收端设备所执行的方法。该通信装置可以为上述第二方面或第二方面任一种可能的设计中的收端设备，或者实现上述收端设备功能的芯片。

第十方面，本申请实施例提供一种芯片，包括处理电路和输入输出接口。其中，输入输出接口用于与芯片之外的模块通信，例如，该芯片可以为实现上述第二方面或第二方面任一种可能的设计中的收端设备功能的芯片。处理电路用于运行计算机程序或指令，以实现以上第二方面或第二方面任一种可能的设计中的方法。

第十一方面，本申请实施例提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有指令，当其在计算机上运行时，使得计算机可以执行上述任一方面中任一项的方法。

第十二方面，本申请实施例提供一种包含指令的计算机程序产品，当其在计算机上运行时，使得计算机可以执行上述任一方面中任一项的方法。

第十三方面，本申请实施例提供一种电路系统，电路系统包括处理电路，处理电路被配置为执行如上述任一方面中任一项的方法。

第十四方面，本申请实施例提供一种通信系统，该通信系统包括上述各个方面中任一项中的发端设备和收端设备。

其中，第二方面至第十四方面中任一种设计所带来的技术效果可参考上文所提供的对应的方法中的有益效果，此处不再赘述。

附图说明

图 1 为本申请实施例提供的一种通信系统的架构示意图；

图 2 为本申请实施例提供的一种无线通信的基本流程图；

图 3 为本申请实施例提供的一种衰落信道的性能结果图；

图 4 为本申请实施例提供的一种星座图；

图 5 为本申请实施例提供的一种通信方法的流程示意图；

图 6 为本申请实施例提供的再一种通信方法的流程示意图；

图 7 为本申请实施例提供的又一种通信方法的流程示意图；

图 8 为本申请实施例提供的一种星座旋转的场景示意图；

图 9 为本申请实施例提供的一种星座旋转的场景示意图；

图 10 为本申请实施例提供的一种交织处理的过程示意图；

图 11 为本申请实施例提供的一种仿真结果图；

图 12 为本申请实施例提供的再一种仿真结果图；

图 13 为本申请实施例提供的又一种仿真结果图；

图 14 为本申请实施例提供的又一种仿真结果图；

图 15 为本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图；

图 16 为本申请实施例提供的再一种通信装置的结构示意图。

具体实施方式

下面将结合附图，对本申请中的技术方案进行描述。

图 1 是本申请的实施例应用的通信系统 1000 的架构示意图。如图 1 所示，该通信系统包括无线接入网 100 和核心网 200，可选的，通信系统 1000 还可以包括互联网 300。其中，无

线接入网 100 可以包括至少一个无线接入网设备（如图 1 中的 110a 和 110b），还可以包括至少一个终端设备（如图 1 中的 120a-120j）。终端设备通过无线的方式与无线接入网设备相连，无线接入网设备通过无线或有线方式与核心网连接。核心网设备与无线接入网设备可以是独立的不同的物理设备，也可以是将核心网设备的功能与无线接入网设备的逻辑功能集成在同一个物理设备上，还可以是一个物理设备上集成了部分核心网设备的功能和部分的无线接入网设备的功能。终端设备和终端设备之间以及无线接入网设备和无线接入网设备之间可以通过有线或无线的方式相互连接。图 1 只是示意图，该通信系统中还可以包括其它网络设备，如还可以包括无线中继设备和无线回传设备，在图 1 中未画出。

无线接入网设备可以是基站（base station）、演进型基站（evolved NodeB, eNodeB）、发送接收点（transmission reception point, TRP）、第五代（5th generation, 5G）移动通信系统中的下一代基站（next generation NodeB, gNB）、第六代（6th generation, 6G）移动通信系统中的下一代基站、未来移动通信系统中的基站或 WiFi 系统中的接入节点等；也可以是完成基站部分功能的模块或单元，例如，可以是集中式单元（central unit, CU），也可以是分布式单元（distributed unit, DU）。这里的 CU 完成基站的无线资源控制协议和分组数据汇聚层协议（packet data convergence protocol, PDCP）的功能，还可以完成业务数据适配协议（service data adaptation protocol, SDAP）的功能；DU 完成基站的无线链路控制层和介质访问控制（medium access control, MAC）层的功能，还可以完成部分物理层或全部物理层的功能，有关上述各个协议层的具体描述，可以参考第三代合作伙伴计划（3rd generation partnership project, 3GPP）的相关技术规范。无线接入网设备可以是宏基站（如图 1 中的 110a），也可以是微基站或室内站（如图 1 中的 110b），还可以是中继节点或施主节点等。本申请的实施例对无线接入网设备所采用的具体技术和具体设备形态不做限定。为了便于描述，下文以基站作为无线接入网设备的例子进行描述。

终端设备也可以称为终端、用户设备（user equipment, UE）、移动台、移动终端等。终端设备可以广泛应用于各种场景，例如，设备到设备（device-to-device, D2D）、车物（vehicle to everything, V2X）通信、机器类通信（machine-type communication, MTC）、物联网（internet of things, IOT）、虚拟现实、增强现实、工业控制、自动驾驶、远程医疗、智能电网、智能家居、智能办公、智能穿戴、智能交通、智慧城市等。终端设备可以是手机、平板电脑、带无线收发功能的电脑、可穿戴设备、车辆、无人机、直升机、飞机、轮船、机器人、机械臂、智能家居设备等。本申请的实施例对终端设备所采用的具体技术和具体设备形态不做限定。

基站和终端设备可以是固定位置的，也可以是可移动的。基站和终端设备可以部署在陆地上，包括室内或室外、手持或车载；也可以部署在水面上；还可以部署在空中的飞机、气球和人造卫星上。本申请的实施例对基站和终端设备的应用场景不做限定。

基站和终端设备的角色可以是相对的，例如，图 1 中的直升机或无人机 120i 可以被配置成移动基站，对于那些通过 120i 接入到无线接入网 100 的终端设备 120j 来说，终端设备 120i 是基站；但对于基站 110a 来说，120i 是终端设备，即 110a 与 120i 之间是通过无线空口协议进行通信的。当然，110a 与 120i 之间也可以是通过基站与基站之间的接口协议进行通信的，此时，相对于 110a 来说，120i 也是基站。因此，基站和终端设备都可以统一称为通信装置，图 1 中的 110a 和 110b 可以称为具有基站功能的通信装置，图 1 中的 120a-120j 可以称为具有终端设备功能的通信装置。

基站和终端设备之间、基站和基站之间、终端设备和终端设备之间可以通过授权频谱进行通信,也可以通过免授权频谱进行通信,也可以同时通过授权频谱和免授权频谱进行通信;可以通过6千兆赫(gigahertz, GHz)以下的频谱进行通信,也可以通过6GHz以上的频谱进行通信,还可以同时使用6GHz以下的频谱和6GHz以上的频谱进行通信。本申请的实施例对无线通信所使用的频谱资源不做限定。

在本申请的实施例中,基站的功能也可以由基站中的模块(如芯片)来执行,也可以由包含有基站功能的控制子系统来执行。这里的包含有基站功能的控制子系统可以是智能电网、工业控制、智能交通、智慧城市等上述应用场景中的控制中心。终端设备的功能也可以由终端设备中的模块(如芯片或调制解调器)来执行,也可以由包含有终端设备功能的装置来执行。

在本申请中,基站向终端设备发送下行信号或下行信息,下行信息承载在下行信道上;终端设备向基站发送上行信号或上行信息,上行信息承载在上行信道上。终端设备为了与基站进行通信,需要与基站控制的小区建立无线连接。与终端设备建立了无线连接的小区称为该终端设备的服务小区。当终端设备与该服务小区进行通信的时候,还会受到来自邻区的信号的干扰。

图2是采用无线技术进行通信的基本流程图。如图2所示,发端设备将对信源进行信源编码、信道编码(channel encoding)、速率匹配(rate matching)、比特交织(bit interleaving)、调制映射后,得到待传输的信号,向收端设备发送该信号。该信号在发端设备和收端设备之间的信道上传输时,可能会受到噪声的干扰。收端设备接收到该信号后,对该信号进行解调制映射、比特解交织(bit deinterleaving)、解速率匹配(derate matching)、信道解码和信源解码后,得到信宿(即还原出的信源)。

应理解,图2中仅仅示出了发送和接收过程中的部分步骤,在实际实现时,还可以有其他的步骤,本申请实施例对此不作限制。

为了便于理解本申请实施例,下面对本申请涉及的相关技术做简单介绍。

1, AWGN 信道、衰落信道

AWGN 信道,是指信道的噪声在频谱上均匀分布,幅度上呈正态分布的信道。AWGN 信道多用于通信系统的仿真。

衰落信道,是指受到多径、接收目标/发送目标相对位置的移动、射频器件的非线性特性等影响,而呈现频选、衰落特性的信道。真实环境中的信道多为衰落信道,相比于 AWGN 信道更加复杂。示例性的,图3示出了衰落信道的性能结果。在衰落信道传输信号的情况下,通过不同导频点传输的信号增益不同,如图3中的折线所示。

2, 调制映射

调制映射,就是在发端设备对比特序列(例如,图2中的比特交织后的比特)中的比特映射到星座图中的星座点上。其中,一个星座点对应一个比特位或多个比特位,比特序列中的一个比特可以映射到星座点中的一个比特位。一个星座点对应一个调制符号。

调制映射的目的,是把需要传输的比特序列在时域、频域或码域上进行处理,以达到用尽量小的带宽传输尽量多的信息。

示例性的,发端设备对比特序列进行划分,每n个bit形成一个比特集合,将每个比特集合映射到调制符号上。其中,调制方式为二进制相移键控(binary phase shift keying, BPSK)

时, n=1, 调制阶数为 2。调制方式为正交相移键控 (quadrature phase shift keying, QPSK) 时, n=2, 调制阶数为 4。其中, QPSK 也可以理解为 QAM4。调制方式为正交振幅调制 (quadrature amplitude modulation, QAM) 16 时, n=4, 调制阶数为 16。调制方式为 QAM64 时, n=6, 调制阶数为 64。调制方式为 QAM256 时, n=8, 调制阶数为 256。QAM 的调制阶数也可以是其他取值, 此处不再一一赘述。

其中, 一个调制符号是基于同相 (in-phase, I) 分量和正交 (quadrature, Q) 分量确定的。示例性的, QAM16 码本如表 1 所示:

表 1

比特集合				调制符号	
b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	I	Q
0	0	0	0	3	3
0	1	0	0	1	3
1	1	0	0	-1	3
1	0	0	0	-3	3
0	0	0	1	3	1
0	1	0	1	1	1
1	1	0	1	-1	1
1	0	0	1	-3	1
0	0	1	0	3	-3
0	1	1	0	1	-3
1	1	1	0	-1	-3
1	0	1	0	-3	-3
0	0	1	1	3	-1
0	1	1	1	1	-1
1	1	1	1	-1	-1
1	0	1	1	-3	-1

在表 1 中, 一个比特集合中的前两位用于确定同相分量, 即 b₀b₁ 用于确定一个 I 的取值, 如粗体数字所示。一个比特集合中的后两位用于确定正交分量, 即 b₂b₃ 用于确定一个 Q 的取值, 如正常显示的数值所示。示例性的, 以第一行为例, 0000 作为一个比特集合。基于该比特集合中的前两个 00, 确定 I 的取值为 3。基于该比特集合中的后两个 00, 确定 Q 的取值为 3。也就是说, 对 0000 调整后, 得到的调制符号的同相分量和正交分量均为 3, 如图 4 中右上方的黑点所示。其他行的映射状况可以参见表 1, 此处不再赘述。QAM16 的星座图如图 4 所示。

调制映射的逆过程是解调制映射, 即从星座点上恢复比特序列的过程。

3, 对数似然比 (likelihood rate, LLR)

一个比特的对数似然比是指该比特为 0 的概率和该比特为 1 的概率的比值取自然对数。若将该比特为 1 的概率记为 p(1), 该比特为 0 的概率记为 p(0), 则该比特的对数似然比为 ln[p(0)/p(1)]。

示例性的, 在收端设备侧, 接收信号满足:

$$Y = HX + \sigma^2 \quad \text{公式 (1)}$$

其中, Y 表示接收的调制符号, X 表示发送的调制符号, H 表示信道响应, σ^2 表示信道中的噪声方差。

信道响应和噪声方差可以通过信道估计技术进行估计。因此, 通过接收的调制符号 Y , 信道响应 H 和噪声方差 σ^2 估计发送的调制符号的最大可能性, 即似然概率满足:

$$P(\hat{X} = X_i) = \frac{1}{\Delta} \times e^{-\frac{|Y - HX_i|^2}{\sigma^2}} \quad \text{公式 (2)}$$

其中, Δ 表示归一化值, e 表示数学常数, Y 表示接收的调制符号, H 表示信道响应, X_i 表示该调制下所有可能的调制符号中第 i 个调制符号, σ^2 表示信道中的噪声方差, \hat{X} 表示接收的调制符号, $P(\hat{X} = X_i)$ 表示接收的调制符号 \hat{X} 是 X_i 的概率。

结合公式 (1) 和公式 (2), LLR 满足:

$$LLR = \ln \frac{\sum_{X_i \in X_j^0} P(\hat{X} = X_i)}{\sum_{X_i \in X_j^1} P(\hat{X} = X_i)} \quad \text{公式 (3)}$$

其中, LLR 表示对数似然比, X_i 表示该调制下所有可能的调制符号中第 i 个调制符号, X_j^0 表示该调制下所有可能的调制符号中第 j 个比特是 0 的所有调制符号的集合, X_j^1 表示该调制下所有可能的调制符号中第 j 个比特是 1 的所有调制符号的集合, \hat{X} 表示接收的调制符号, $P(\hat{X} = X_i)$ 表示接收的调制符号是 X_i 的概率, 具体可以参见公式 (2), i 和 j 是正整数。

其中, $X_i \in X_j^0$ 的理解如下:

以 QAM16 为例, 在 $j = 0$ 的情况下, 即 b_0 的取值为 0, $b_1b_2b_3$ 的取值可以为 0, 也可以为 1。结合表 1, $X_j^0 = \{\{3, 3\}, \{1, 3\}, \{3, 1\}, \{1, 1\}, \{3, -3\}, \{1, -3\}, \{3, -1\}, \{1, -1\}\}$ 。其中, $\{3, 3\}$ 表示同相分量和正交分量均为 3 的调制符号。 X_j^0 的其他调制符号可以此类推, 不再赘述。 $X_i \in X_j^0$ 表示 X_j^0 中的第 i 个调制符号 X_i 。在 $j = 0$, 且 $i = 1$ 的情况下, X_i 可以表示 $\{3, 3\}$ 。 i 和 j 是其他取值的情况, 可以此类推, 不再赘述。

类似的, $X_i \in X_j^1$ 的理解如下:

以 QAM16 为例, 在 $j = 0$ 的情况下, 即 b_0 的取值为 1, $b_1b_2b_3$ 的取值可以为 0, 也可以为 1。结合表 1, $X_j^1 = \{\{-1, 3\}, \{-3, 3\}, \{-1, 1\}, \{-3, 1\}, \{-1, -3\}, \{-3, -3\}, \{-1, -1\}, \{-3, -1\}\}$ 。 $X_i \in X_j^1$ 表示 X_j^1 中的第 i 个调制符号 X_i 。在 $j = 0$, 且 $i = 1$ 的情况下, X_i 可以表示 $\{-1, 3\}$ 。 i 和 j 是其他取值的情况, 可以此类推, 不再赘述。

通过 log-max 的方式对公式 (3) 进行简化, 即:

$$LLR = \frac{1}{\sigma^2} (\max_{X_i \in X_j^0} (|Y - HX_i|^2) - \max_{X_i \in X_j^1} (|Y - HX_i|^2)) \quad \text{公式 (4)}$$

其中, σ^2 表示信道中的噪声方差, \max 表示取最大值, X_i 表示该调制下所有可能的调制符号中第 i 个调制符号, X_j^0 表示该调制下所有可能的调制符号中第 j 个比特是 0 的所有调制符号的集合, X_j^1 表示该调制下所有可能的调制符号中第 j 个比特是 1 的所有调制符号的集合, Y 表示接收的调制符号, H 表示信道响应, i 和 j 是正整数。

4, 信道编码

信道编码, 也叫差错控制编码, 就是在发端设备对信息比特 (例如, 图 2 中的信源编码后的比特) 添加冗余比特, 这些冗余比特是和信息比特相关的。信道编码后的比特依次包括

信息比特和冗余比特。

信道编码的逆过程为信道解码，信道解码即接端设备根据冗余比特与信息比特的相关性来检测和纠正传输过程产生的差错，还原出信息比特，从而对抗传输过程的干扰，提高信息传输的可靠性。

5 信道编码的构造基础是假设所有的信息都经过 AWGN 信道。然而，真实环境中的信道多为衰落信道，有频选、衰落特性。因此，若沿用基于 AWGN 信道构造的信道编码，则衰落信道的纠错能力较差，影响系统可靠性。

有鉴于此，本申请实施例提供了一种通信方法，应用于图1的通信系统。在本申请实施例提供的通信方法中，发端设备将N个比特集合分别映射到QAM的第一序列和第二序列。其中，
10 第一序列包括N个同相分量，第二序列包括N个正交分量。或者，第一序列包括N个正交分量，第二序列包括N个同相分量，N为大于或等于2的整数。然后，发端设备对第一序列进行交织处理，以得到第三序列。之后，发端设备向收端设备发送基于第二序列和第三序列确定的符号序列。其中，上述符号序列包括N个QAM符号。这样一来，同一比特集合进行了两次映射，该比特集合携带的比特信息通过两个序列（如上述第二序列和第三序列）进行传输。由于第
15 三序列已做交织处理，所以，不同位置上的比特信息受到的干扰得到平均化，也使得衰落信道的信道特征变得均匀，更接近AWGN信道，从而实现良好的纠错能力，有助于提升信息传输可靠性。

下面，结合图5，对本申请实施例提出的通信方法500进行详细介绍。该通信方法500包括以下步骤：

20 S501、发端设备获取比特序列。

其中，发端设备是待发送信息的设备。发端设备，也可以描述为发端装置，发送端设备，发送端装置等，本申请实施例对发端设备的名称不作限定，仅以发端设备为例进行描述。示例性的，以图 1 为例，在上行传输时，发端设备可以是终端设备。在下行传输时，发端设备
25 可以是接入网设备。

其中，比特序列是多个比特构成的序列，如 1000 个比特构成的序列，可以记为 $b_0 b_1 b_2 b_3 \dots b_{996} b_{997} b_{998} b_{999}$ 。 b_0 表示上述比特序列中的首个比特， b_1 表示上述比特序列中的第 2 个比特，其他比特的记法可以此类推，不再赘述。示例性的，以图 2 为例，比特序列是信源经过信源编码、信道编码、速率匹配和比特交织的比特所构成的序列，待进行调制映射。

S502、发端设备将比特序列划分为 N 个比特集合。

30 其中，N 个比特集合中每个比特集合包括一个或多个比特。N 为大于或等于 2 的整数。每个比特集合中的比特数量，是基于发端设备与收端设备之间传输的 QAM 符号的调制阶数确定的。其中，每个比特集合包括 X 个比特，发端设备与收端设备之间传输的 QAM 符号的调制阶数为 2^{2X} 。QAM 符号可以参见 S505 的介绍，此处不再赘述。

示例性的，以物理下行共享信道（physical downlink shared channel, PDSCH）传输使用的调制阶数为例，每个比特集合中比特的数量可以是基于下行控制信息（downlink control
35 information, DCI）确定的，如寻呼无线网络临时标识符（paging-radio network temporary identity, P-RNTI）、随机接入无线网络临时标识符（random access-radio network temporary identity, RA-RNTI）、系统信息无线网络临时标识符（system information-radio network temporary identity, SI-RNTI）加扰的 DCI，其对应的 PDSCH 传输的调制阶数为 2。除了上述 RNTI 加扰的 DCI 之

外，PDSCH 传输的调制阶数通过查表得到，如 36.213 的表 7.1.7.1-1 所示。在发端设备与收端设备之间传输的 QAM 符号的调制阶数确定的情况下，发送设备即可确定每个比特集合中的比特数量。

例如，以 QPSK 调制为例，调制阶数 $4=2^{2 \times 1}$ ，每个比特集合包括 1 个比特。仍以 1000 个比特构成的序列为例，N 的取值为 1000，即上述比特序列划分为 1000 个比特集合，可以记为 $A_0 A_1 A_2 A_3 \dots A_{996} A_{997} A_{998} A_{999}$ 。 A_0 表示上述 1000 个比特集合中的首个比特集合， A_1 表示上述 1000 个比特集合中的第 2 个比特集合，其他比特集合的记法可以此类推，不再赘述。

再如，以 QAM16 调制为例，调制阶数 $16=2^{2 \times 2}$ ，每个比特集合包括 2 个比特。仍以 1000 个比特构成的序列为例，N 的取值为 500，即上述比特序列划分为 500 个比特集合，可以记为 $A_0 A_1 A_2 A_3 \dots A_{496} A_{497} A_{498} A_{499}$ 。其中，比特集合的记法可以参见前一段的描述，不再赘述。

又如，以 QAM256 调制为例，调制阶数 $256=2^{2 \times 4}$ ，每个比特集合包括 4 个比特。仍以 1000 个比特构成的序列为例，N 的取值为 250，即上述比特序列划分为 250 个比特集合，可以记为 $A_0 A_1 A_2 A_3 \dots A_{296} A_{297} A_{298} A_{299}$ 。其中，比特集合的记法可以参见前一段的描述，不再赘述。

应理解，调制阶数也可以有其他数量，相应的，比特集合中的比特数量也发生变化，比特集合的划分状况不再一一赘述。

S503、发端设备将 N 个比特集合分别映射到第一序列和第二序列。

其中，N 个比特集合可以参见 S502 的介绍，此处不再赘述。

其中，上述第一序列和第二序列分别包括正交幅度调制中的一种分量。示例性的，第一序列包括 N 个同相分量，第二序列包括 N 个正交分量。或者，第一序列包括 N 个正交分量，第二序列包括 N 个同相分量。其中，N 个同相分量与 N 个比特集合一一对应，N 个正交分量与 N 个比特集合也一一对应。例如，N 个比特集合中的第 k 个比特集合，对应 N 个同相分量中的第 k 个同相分量。N 个比特集合中的第 k 个比特集合，也对应 N 个正交分量中的第 k 个正交分量。其中，k 为正整数，且 k 小于或等于 N。

其中，上述正交幅度调制的调制阶数为 2^{2X} 。X 表示比特集合中的比特数量。例如，每个比特集合包括 2 个比特，则上述正交幅度调制的调制阶数为 16。再如，每个比特集合包括 4 个比特，则上述正交幅度调制的调制阶数为 256，其他比特集合的情况可以此类推，不再赘述。

示例性的，以第一序列包括 N 个同相分量，第二序列包括 N 个正交分量为例，对 S503 的实现过程进行介绍。S503 的实现方式包括如下两种：

实现方式 1，如图 6 所示，S503 包括 S503a 和 S503b：

S503a、发端设备按照第一码本，将 N 个比特集合映射到第一序列。

其中，第一码本至少指示比特集合与同相分量之间的映射关系。示例性的，以每个比特集合包括 2 个比特，QAM16 的同相分量为例，对第一码本进行介绍，如表 2 所示。

表 2

比特集合		同相分量
b_0	b_1	I
0	0	3
0	1	1
1	1	-3

1	0	-1
---	---	----

在表 2 中，每个比特集合包括两个比特，分别记为 b_0b_1 。 b_0b_1 用于确定一个 QAM16 中同相分量的取值。例如，以第一行为例，基于该比特集合中的比特 00，确定同相分量的取值为 3。再如，以第二行为例，基于该比特集合中的比特 01，确定同相分量的取值为 1。其他行的映射状况可以参见表 2，此处不再赘述。

5 应理解，第一码本仅以每个比特集合包括 2 个比特为例，进行介绍。当然，每个比特集合的比特数量 X 也可以有其他数值，第一码本指示的同相分量也会发生变化，此处不再一一赘述。

S503b、发端设备按照第二码本，将 N 个比特集合映射到第二序列。

10 其中，第二码本至少指示比特集合与正交分量之间的映射关系。示例性的，以每个比特集合包括 2 个比特，QAM16 的正交分量为例，对第二码本进行介绍，如表 3 所示。

表 3

比特集合		正交分量
b_0	b_1	Q
0	0	-1
0	1	3
1	1	1
1	0	-3

15 在表 3 中，每个比特集合包括两个比特，分别记为 b_0b_1 。 b_0b_1 用于确定一个 QAM16 中正交分量的取值。例如，以第一行为例，基于该比特集合中的比特 00，确定正交分量的取值为 -1。再如，以第二行为例，基于该比特集合中的比特 01，确定正交分量的取值为 3。其他行的映射状况可以参见表 3，此处不再赘述。

应理解，第二码本仅以每个比特集合包括 2 个比特为例，进行介绍。当然，每个比特集合的比特数量 X 也可以有其他数值，第二码本指示的正交分量也会发生变化，此处不再一一赘述。

20 如此，发端设备基于预设的码本和比特集合中的比特取值状况，将 N 个比特集合映射到第一序列，以及将 N 个比特集合映射到第二序列。

需要说明的是，在 S503 实现为 S503a 和 S503b 的情况下，发端设备可以先执行 S503a，再执行 S503b，也可以先执行 S503b，再执行 S503a，还可以同时执行 S503a 和 S503b，本申请实施例对此不作限定。在上述实现方式 1 中，仅以第一序列包括 N 个同相分量，第二序列包括 N 个正交分量为例，进行介绍。当然，在第一序列包括 N 个正交分量，第二序列包括 N 个同相分量的情况下，发端设备可以按照上述第一码本，将 N 个比特集合映射到第二序列，以及按照上述第二码本，将 N 个比特集合映射到第一序列，具体实现过程可以参见 S503a 和 S503b，此处不再赘述。

实现方式 2，将 N 个比特集合中的某一个比特集合，记为第一比特集合，以第一比特集合为例，对比特集合的处理过程进行说明。如图 7 所示，S503 包括 S503c 和 S503d：

30 S503c、发端设备对第一比特集合进行调制，以得到调制符号 1。

其中，调制符号 1 的调制阶数等于 2^X 。 X 表示 N 个比特集合中每个比特集合的比特数量。

例如，第一比特集合包括 2 个比特，调制符号 1 是经过 QPSK 调制得到的调制符号，调制符号 1 的调制阶数为 4。

再如，第一比特集合包括 4 个比特，调制符号 1 是经过 QAM16 调制得到的调制符号，调制符号 1 的调制阶数为 16。

又如，第一比特集合包括 8 个比特，调制符号 1 是经过 QAM256 调制得到的调制符号，调制符号 1 的调制阶数为 256。

应理解，第一比特集合中的比特数量也可以有其他取值，相应的，调制符号 1 的调制阶数也发生变化，此处不再一一赘述。

S503d、发端设备对调制符号 1 进行星座旋转，以得到调制符号 2。

其中，调制符号 2 的调制阶数是调制符号 1 的调制阶数的平方。例如，调制符号 1 的调制阶数是 2，则调制符号 2 的调制阶数是 4。再如，调制符号 1 的调制阶数是 4，则调制符号 2 的调制阶数是 16。又如，调制符号 1 的调制阶数是 16，则调制符号 2 的调制阶数是 256。

其中，星座旋转是指，以调制符号 1 所在星座图的原点为圆心，在星座图所在平面上，将调制符号 1 对应的星座点沿顺时针或逆时针进行的旋转。示例性的，如图 8 所示，以调制符号 1 是 QPSK 调制后的符号为例，调制符号 1 对应的星座点如图 8 所示，星座旋转的旋转方向如图 8 中的箭头所示。

其中，星座旋转的角度大小等于第一角度。第一角度大于或等于以下角度：

调制阶数为 2^x 的一个符号在星座图上沿顺时针或逆时针旋转之后，遇到调制阶数为 2^{2x} 的首个符号时所旋转的最小角度。如图 9 所示，以 QPSK 调制的符号 X1，在星座图中沿逆时针方向进行旋转为例，旋转过程中，遇到 QAM16 的首个符号时所旋转的最小角度。示例性的，第一角度满足：

$$\theta = \frac{\pi}{2} \times n \pm \sin^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{a}}\right) \quad \text{公式 (4)}$$

其中， θ 表示第一角度， $\sin^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{a}}\right)$ 表示调制阶数为 2^x 的一个符号在星座图上沿顺时针或逆时针旋转之后，遇到调制阶数为 2^{2x} 的首个符号时所旋转的最小角度， π 表示圆周率， n 表示大于或等于 0 的整数， \sin^{-1} 表示反正弦， \sqrt{a} 表示调制阶数为 2^{2x} 的符号的能量归一化常数。

例如，在调制阶数为 2^x 的调制符号是 QPSK 调制后的符号的情况下，调制阶数为 2^{2x} 的调制符号是 QAM16 调制后的符号。能量归一化常数 \sqrt{a} 的取值为 $\sqrt{5}$ ，第一角度满足： $\theta = \frac{\pi}{2} \times n \pm \sin^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{5}}\right)$ 。

再如，在调制阶数为 2^x 的调制符号是 QAM16 调制后的符号的情况下，调制阶数为 2^{2x} 的调制符号是 QAM256 调制后的符号。能量归一化常数 \sqrt{a} 的取值为 $\sqrt{17}$ ，第一角度满足： $\theta = \frac{\pi}{2} \times n \pm \sin^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{17}}\right)$ 。

又如，在调制阶数为 2^x 的调制符号是 QAM64 调制后的符号的情况下，调制阶数为 2^{2x} 的调制符号是 QAM4096 调制后的符号。能量归一化常数 \sqrt{a} 的取值为 $\sqrt{65}$ ，第一角度满足： $\theta = \frac{\pi}{2} \times n \pm \sin^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{65}}\right)$ 。

又如，在调制阶数为 2^x 的调制符号是 QAM256 调制后的符号的情况下，调制阶数为 2^{2x} 的调制符号是 QAM65536 调制后的符号。能量归一化常数 \sqrt{a} 的取值为 $\sqrt{257}$ ，第一角度满足：

$$\theta = \frac{\pi}{2} \times n \pm \sin^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{257}}\right).$$

如此，发端设备基于星座旋转方式，即可得到调制符号 2。该调制符号 2 的同相分量作为第一序列中的一个分量，该调制符号 2 的正交分量作为第二序列中的一个分量。或者，反之，该调制符号 2 的正交分量作为第一序列中的一个分量，该调制符号 2 的同相分量作为第二序列中的一个分量。如此，发端设备即可确定第一比特集合对应的两个分量，即第一序列中的一个分量，以及第二序列中的一个分量。

应理解，在上述 S503c 和 S503d 中，仅以第一比特集合为例，对 S503 的实现过程进行介绍。针对 N 个比特集合中的其他比特集合，处理过程可以参见 S503c 和 S503d，以得到第一序列中的其他分量，以及第二序列中的其他分量，此处不再一一赘述。

S504、发端设备对第一序列进行交织处理，以得到第三序列。

其中，交织处理，可以理解为，调换第一序列中至少两个分量的位置。在第一序列中，待发生调换的位置是随机确定的，以使衰落信道的信道特性尽可能变得均匀，从而使得衰落信道更接近 AWGN 信道。在第一序列中，至少两个分量的位置发生互换。当然，在第一序列中，位置互换的分量越多，越有利于平滑处理衰落信道的增益，衰落信道的信道特性变得越均匀。在本申请实施例中，仅以第一序列中的全部分量的位置发生互换为例，进行介绍。

示例性的，仍以 1000 个比特构成的比特序列为例，划分为 500 个比特集合的情况下，第一序列包括 500 个同相分量。如图 10 所示，在交织处理之前，500 个同相分量的排列顺序如图 10 中的第一个方框所示，从左到右，依次为：同相分量 1，同相分量 2，同相分量 3，同相分量 4，...，同相分量 497，同相分量 498，同相分量 499，同相分量 500。示例性的，交织处理包括，同相分量 1 与同相分量 500 互换位置，同相分量 2 与同相分量 499 互换位置，其他同相分量之间的位置可以此类推，不再赘述。应理解，图 10 中的交织处理仅是示例性说明，待调换的位置是随机确定的，待调换的位置也可以有其他情形，此处不再一一赘述。在交织处理之后，500 个同相分量的排列顺序如图 10 中的第二个方框所示，从左到右，依次为：同相分量 500，同相分量 499，同相分量 498，同相分量 497，...，同相分量 4，同相分量 3，同相分量 2，同相分量 1。

示例性的，在第一序列包括 N 个同相分量的情况下，第三序列也包括 N 个同相分量，仅 N 个同相分量的排列顺序与第一序列中 N 个同相分量的排列顺序不同。在第一序列包括 N 个正交分量的情况下，第三序列也包括 N 个正交分量，仅 N 个正交分量的排列顺序与第一序列中 N 个正交分量的排列顺序不同。

应理解，在 S503 实现为 S503a 和 S503b 的情况下，发端设备执行 S503a 之后，可以先执行 S503b，再执行 S504，也可以先执行 S504，再执行 S503b，还可以同时执行 S503b 和 S504，本申请实施例对此不作限定。

S505、发端设备基于第二序列和第三序列确定符号序列。

其中，第二序列可以参见 S503 的说明，第三序列可以参见 S504 的说明，此处不再赘述。

其中，符号序列包括 N 个 QAM 符号。N 个 QAM 符号中每个 QAM 符号的调制阶数等于 2^{2X} 。X 表示 S502 中每个比特集合中的比特数量。例如，在每个比特集合包括 2 个比特的情况下，比特序列中每个 QAM 符号是 QAM16 调制后的符号，调制阶数是 16。再如，在每个比特集合包括 4 个比特的情况下，比特序列中每个 QAM 符号是 QAM256 调制后的符号，调制阶数是 256。又如，在每个比特集合包括 6 个比特的情况下，比特序列中每个 QAM 符号

是 QAM4096 调制后的符号，调制阶数是 4096。

示例性的，在第二序列包括 N 个正交分量，第三序列包括 N 个同相分量的情况下，发端设备基于第二序列中的首个正交分量，以及第三序列中的首个同相分量，来确定符号序列中的首个 QAM 符号。发端设备基于第二序列中的第二个正交分量，以及第三序列中的第二个同相分量，来确定符号序列中的第二个 QAM 符号。符号序列中的其他 QAM 符号可以此类推，不再赘述。

S506、发端设备向收端设备发送符号序列。相应的，收端设备接收来自发端设备的符号序列。

其中，符号序列可以参见 S505 的介绍，此处不再赘述。

其中，收端设备能够与发端设备进行通信。收端设备，也可以描述为收端装置，接收端设备，接收端装置等，本申请实施例对收端设备的名称不作限定，仅以收端设备为例进行介绍。示例性的，仍以图 1 为例，在上行传输时，收端设备可以是接入网设备。在下行传输时，收端设备可以是终端设备。

示例性的，发端设备对符号序列进行资源映射之后，通过映射的资源向收端设备发送符号序列。相应的，收端设备通过映射的资源接收来自发端设备的符号序列。

应理解，S506 中的符号序列在真实环境中传输，所以，该符号序列经过的信道即为上述衰落信道，详见名词解释部分的介绍，此处不再赘述。

S507、收端设备根据符号序列，确定第四序列和第五序列。

其中，第四序列包括 N 个 QAM 符号的同相分量，第五序列包括 N 个 QAM 符号的正交分量。或者，第四序列包括 N 个 QAM 符号的正交分量，第五序列包括 N 个 QAM 符号的同相分量。

示例性的，在第四序列包括 N 个同相分量，第五序列包括 N 个正交分量的情况下，收端设备基于符号序列中的首个 QAM 符号，确定第四序列中的首个同相分量，以及第五序列中的首个正交分量。收端设备基于符号序列中的第二个 QAM 符号，确定第四序列中的第二个同相分量，以及第五序列中的第二个正交分量。第四序列中的其他分量，以及第五序列中的其他分量，可以此类推，不再赘述。

应理解，在第一序列包括 N 个同相分量的情况下，第四序列中的分量也是同相分量，在第一序列包括 N 个正交分量的情况下，第四序列中的分量也是正交分量，以便于做解交织处理。

S508、收端设备对第四序列进行解交织处理，以得到第六序列。

其中，解交织处理是交织处理的逆过程，也可以理解为，调换第四序列中至少两个分量的位置。其中，第四序列中待发生调换的位置与第一序列中发生调换的位置相同，以恢复出各个分量的排列位置。

示例性的，仍 500 个同相分量为例，在解交织处理之前，500 个同相分量的排列顺序从左到右，依次为：同相分量 1，同相分量 2，同相分量 3，同相分量 4，…，同相分量 497，同相分量 498，同相分量 499，同相分量 500。S508 中的解交织处理是 S504 中交织处理的逆过程。所以，解交织处理包括，同相分量 1 与同相分量 500 互换位置，同相分量 2 与同相分量 499 互换位置，其他同相分量之间的位置可以此类推，不再赘述。在解交织处理之后，500 个同相分量的排列顺序从左到右，依次为：同相分量 500，同相分量 499，同相分量 498，同相分量

497, ..., 同相分量 4, 同相分量 3, 同相分量 2, 同相分量 1。

S509、收端设备对第五序列和第六序列进行联合解调, 以得到 N 个比特集合。

其中, 第五序列可以参见 S507 的说明, 第六序列可以参见 S508 的说明, 此处不再赘述。

N 个比特集合可以参见 S502 的介绍, 此处不再赘述。

5 示例性的, 收端设备根据第五序列中的首个正交分量, 以及第六序列中的首个同相分量进行联合解调, 以得到 N 个比特集合中首个比特集合。收端设备根据第五序列中的第二个正交分量, 以及第六序列中的第二个同相分量进行联合解调, 以得到 N 个比特集合中第二个比特集合。N 个比特集合中其他比特集合的确定过程不再赘述。示例性的, 仍以 500 个比特集合为例, 每个比特集合包括两个比特。示例性的, 一个比特集合中的比特可以记为 b_0b_1 。比特 b_0 的取值是基于 LLR_{b_0} 确定的。其中, LLR_{b_0} 满足:

$$LLR_{b_0} = \ln \frac{P(y_i|x_i = \frac{3}{\sqrt{5}})P(y_q|x_q = \frac{-1}{\sqrt{5}}) + P(y_i|x_i = \frac{1}{\sqrt{5}})P(y_q|x_q = \frac{3}{\sqrt{5}})}{P(y_i|x_i = \frac{-3}{\sqrt{5}})P(y_q|x_q = \frac{1}{\sqrt{5}}) + P(y_i|x_i = \frac{-1}{\sqrt{5}})P(y_q|x_q = \frac{-3}{\sqrt{5}})} \quad \text{公式 (5)}$$

其中, 公式 (5) 是基于表 2 和表 3 中的映射关系进行计算的, LLR_{b_0} 表示比特 b_0 的对数似然比。假设比特 b_0b_1 的取值为 00 时, $P(y_i|x_i = \frac{3}{\sqrt{5}})$ 表示发送的 QAM 符号的同相分量 x_i 是 $\frac{3}{\sqrt{5}}$ 的情况下, 接收的 QAM 符号的同相分量 y_i 是 $\frac{3}{\sqrt{5}}$ 的似然概率, $P(y_q|x_q = \frac{-1}{\sqrt{5}})$ 表示发送的 QAM 符号的同相分量 x_q 是 $\frac{-1}{\sqrt{5}}$ 的情况下, 接收的 QAM 符号的同相分量 y_q 是 $\frac{-1}{\sqrt{5}}$ 的似然概率。假设比特 b_0b_1 的取值为 01 时, $P(y_i|x_i = \frac{1}{\sqrt{5}})$ 表示发送的 QAM 符号的同相分量 x_i 是 $\frac{1}{\sqrt{5}}$ 的情况下, 接收的 QAM 符号的同相分量 y_i 是 $\frac{1}{\sqrt{5}}$ 的似然概率, $P(y_q|x_q = \frac{3}{\sqrt{5}})$ 表示发送的 QAM 符号的同相分量 x_q 是 $\frac{3}{\sqrt{5}}$ 的情况下, 接收的 QAM 符号的同相分量 y_q 是 $\frac{3}{\sqrt{5}}$ 的似然概率。假设比特 b_0b_1 的取值为 11 时, $P(y_i|x_i = \frac{-3}{\sqrt{5}})$ 表示发送的 QAM 符号的同相分量 x_i 是 $\frac{-3}{\sqrt{5}}$ 的情况下, 接收的 QAM 符号的同相分量 y_i 是 $\frac{-3}{\sqrt{5}}$ 的似然概率, $P(y_q|x_q = \frac{1}{\sqrt{5}})$ 表示发送的 QAM 符号的同相分量 x_q 是 $\frac{1}{\sqrt{5}}$ 的情况下, 接收的 QAM 符号的同相分量 y_q 是 $\frac{1}{\sqrt{5}}$ 的似然概率。假设比特 b_0b_1 的取值为 10 时, $P(y_i|x_i = \frac{-1}{\sqrt{5}})$ 表示发送的 QAM 符号的同相分量 x_i 是 $\frac{-1}{\sqrt{5}}$ 的情况下, 接收的 QAM 符号的同相分量 y_i 是 $\frac{-1}{\sqrt{5}}$ 的似然概率, $P(y_q|x_q = \frac{-3}{\sqrt{5}})$ 表示发送的 QAM 符号的同相分量 x_q 是 $\frac{-3}{\sqrt{5}}$ 的情况下, 接收的 QAM 符号的同相分量 y_q 是 $\frac{-3}{\sqrt{5}}$ 的似然概率。

25 比特 b_1 的取值是基于 LLR_{b_1} 确定的。其中, LLR_{b_1} 满足:

$$LLR_{b_1} = \ln \frac{P(y_i|x_i = \frac{3}{\sqrt{5}})P(y_q|x_q = \frac{-1}{\sqrt{5}}) + P(y_i|x_i = \frac{-1}{\sqrt{5}})P(y_q|x_q = \frac{-3}{\sqrt{5}})}{P(y_i|x_i = \frac{1}{\sqrt{5}})P(y_q|x_q = \frac{3}{\sqrt{5}}) + P(y_i|x_i = \frac{-3}{\sqrt{5}})P(y_q|x_q = \frac{-1}{\sqrt{5}})} \quad \text{公式 (6)}$$

其中, 公式 (6) 是基于表 2 和表 3 中的映射关系进行计算的, LLR_{b_1} 表示比特 b_1 的对数似然比。假设比特 b_0b_1 的取值为 00 时, $P(y_i|x_i = \frac{3}{\sqrt{5}})$ 表示发送的 QAM 符号的同相分量 x_i 是 $\frac{3}{\sqrt{5}}$ 的情况下, 接收的 QAM 符号的同相分量 y_i 是 $\frac{3}{\sqrt{5}}$ 的似然概率, $P(y_q|x_q = \frac{-1}{\sqrt{5}})$ 表示发送的 QAM 符号的同相分量 x_q 是 $\frac{-1}{\sqrt{5}}$ 的情况下, 接收的 QAM 符号的同相分量 y_q 是 $\frac{-1}{\sqrt{5}}$ 的似然概率。假设比特

bob₁ 的取值为 10 时, $P\left(y_i|x_i = \frac{-1}{\sqrt{5}}\right)$ 表示发送的 QAM 符号的同相分量 x_i 是 $\frac{-1}{\sqrt{5}}$ 的情况下, 接收的 QAM 符号的同相分量 y_i 是 $\frac{-1}{\sqrt{5}}$ 的似然概率, $P\left(y_q|x_q = \frac{-3}{\sqrt{5}}\right)$ 表示发送的 QAM 符号的同相分量 x_q 是 $\frac{-3}{\sqrt{5}}$ 的情况下, 接收的 QAM 符号的同相分量 y_q 是 $\frac{-3}{\sqrt{5}}$ 的似然概率。假设比特 bob₁ 的取值为 01 时, $P\left(y_i|x_i = \frac{1}{\sqrt{5}}\right)$ 表示发送的 QAM 符号的同相分量 x_i 是 $\frac{1}{\sqrt{5}}$ 的情况下, 接收的 QAM 符号的同相分量 y_i 是 $\frac{1}{\sqrt{5}}$ 的似然概率, $P\left(y_q|x_q = \frac{3}{\sqrt{5}}\right)$ 表示发送的 QAM 符号的同相分量 x_q 是 $\frac{3}{\sqrt{5}}$ 的情况下, 接收的 QAM 符号的同相分量 y_q 是 $\frac{3}{\sqrt{5}}$ 的似然概率。假设比特 bob₁ 的取值为 11 时, $P\left(y_i|x_i = \frac{-3}{\sqrt{5}}\right)$ 表示发送的 QAM 符号的同相分量 x_i 是 $\frac{-3}{\sqrt{5}}$ 的情况下, 接收的 QAM 符号的同相分量 y_i 是 $\frac{-3}{\sqrt{5}}$ 的似然概率, $P\left(y_q|x_q = \frac{1}{\sqrt{5}}\right)$ 表示发送的 QAM 符号的同相分量 x_q 是 $\frac{1}{\sqrt{5}}$ 的情况下, 接收的 QAM 符号的同相分量 y_q 是 $\frac{1}{\sqrt{5}}$ 的似然概率。收端设备重复上述过程, 即可得到 N 个比特集合中每个比特集合的对数似然比 LLR。

需要说明的是, S504 中仅以一个序列, 即上述第一序列进行交织处理, 第二序列未作交织处理为例, 进行介绍。当然, 作交织处理的还可以是第二序列, 即对第二序列进行交织处理, 第一序列未作交织处理。也就是说, S504 也可以替换为: 发端设备对第二序列进行交织处理, 以得到第七序列。相应的, S505 替换为: 发端设备基于第一序列和第七序列确定符号序列。S508 替换为: 发端设备对第五序列进行解交织处理, 以得到第八序列。S509 替换为: 发端设备对第四序列和第八序列进行联合解调, 以得到 N 个比特集合。

或者, 在本申请实施例中, S504 中也可以对两个序列进行交织处理, 即 S504 也可以替换为: 发端设备对第一序列进行交织处理, 以得到第三序列, 以及对第二序列进行交织处理, 以得到第七序列。相应的, S505 替换为: 发端设备基于第三序列和第七序列确定符号序列, 此处不再赘述。S508 替换为: 发端设备对第四序列进行解交织处理, 以得到第六序列, 以及对第五序列进行解交织处理, 以得到第八序列。S509 替换为: 发端设备对第六序列和第八序列进行联合解调, 以得到 N 个比特集合。

下面, 对仿真结果进行介绍。其中, 图 11 是 AWGN 信道下的仿真结果, 图 12 至图 14 是第三代合作伙伴计划的扩展典型城市信道模型 (3rd generation partnership project-extended typical urban model, 3GPP-ETU) 的仿真结果。

示例性的, 以 AWGN 信道为例, 即 S506 中的符号序列经过 AWGN 信道传输。图 11 示出了采用上述实现方式 1 和实现方式 2 (即上述 S503 中两种实现方式) 进行信息传输时的仿真结果。在图 11 中, 横轴为符号信噪比 (E_s/N_0), 纵轴为块误码率 (block error rate, BLER)。以每个比特集合包括 2 个比特为例, 在实现方式 1 中, 每个比特集合进行了两次映射, 该方式的性能结果如图 11 中菱形标识的折线所示。在实现方式 2 中, 每个比特集合进行了 QPSK 调制之后, 进行星座旋转, 该方式的性能结果如图 11 中黑点标识的折线所示。由图 11 可知, 以 AWGN 信道为例, 在相同符号信噪比 (E_s/N_0) 的情况下, 实现方式 1 的 BLER 与实现方式 2 的 BLER 接近。也可以理解为, 实现方式 1 和实现方式 2 的性能是相同的。

图 12 示出了衰弱信道不同导频点的信道增益。在图 12 中, 纵轴为信道响应的模, 横轴为信道响应模的排序。由图 12 中无菱形标识的折线可知, 相关技术中衰弱信道的信道增益变化幅度大。采用本申请实施例通信方法 500 之后, 衰弱信道的信道增益变化相对平缓。尤其

在信道增益的平均值（即 0.8）附近，衰弱信道的信道增益变化十分平缓，以使符号序列在传输过程中受到的干扰得到平均化，有助于提升信息传输可靠性。

图 13 示出了一种调制方式的性能仿真图。在图 13 中，纵轴为包错误率（packet error rate, PER），横轴为信噪比（signal-to-noise ratio, SNR）。在图 13 的调制方式中，一个调制符号可携带两 bit 的信息。图 13 的调制方式包括两种：第一种，普通 QPSK；第二种，本申请通信方法 500 示出的调制方式，且每个比特集合包括两个比特的情况。图 13 中黑点标识的折线示出了普通 QPSK 的 PER 性能结果。图 13 中菱形标识的折线示出了本申请给出的调制方式的 PER 性能结果，即经过两次映射之后得到 QAM16 的符号序列，或先经过 QPSK 调制，再将 QPSK 调制后的符号进行星座旋转，以得到 QAM16 的符号序列。由图 13 可知，在 PER 相同的情况下，相比于普通 QPSK，本申请示出的调制方式的 SNR 有 1.8dB 的增益。

图 14 示出了再一种调制方式的性能仿真图。在图 14 中，纵轴为 PER，横轴为 SNR。在图 14 的调制方式中，一个调制符号可携带四 bit 的信息。图 14 的调制方式包括两种：第一种，普通 QAM16；第二种，本申请通信方法 500 示出的调制方式，且每个比特集合包括四个比特的情况。图 14 中黑点标识的折线示出了普通 QAM16 的 PER 性能结果。图 14 中菱形标识的折线示出了本申请给出的调制方式的 PER 性能结果，即经过两次映射之后得到 QAM256 符号序列，或先经过 QAM16 调制，再将 QAM16 调制后的符号进行星座旋转，以得到 QAM256 符号序列。由图 14 可知，在 PER 相同的情况下，相比于普通 QAM16，本申请示出的调制方式的 SNR 有 1.1dB 的增益。

上述主要从各个网元之间交互的角度对本申请实施例提供的方案进行了介绍。相应的，本申请实施例还提供了通信装置，该通信装置可以为上述方法实施例中的网元，或者包含上述网元的装置，或者为可用于网元的部件。可以理解的是，该通信装置为了实现上述功能，其包含了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。本领域技术人员应该很容易意识到，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，本申请能够以硬件或硬件和计算机软件的结合形式来实现。某个功能究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行，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。

示例性的，图 15 示出了一种通信装置 1500 的结构示意图。该通信装置 1500 包括处理单元 1501、发送单元 1502 和接收单元 1503。

一种可能的示例中，以通信装置 1500 为发端设备为例，处理单元 1501 用于支持发端设备执行图 5 中的 S501、S502、S503、S504、S505，和/或本申请实施例中发端设备需要执行的其他处理操作。发送单元 1502 用于支持发端设备执行图 5 中的 S506，和/或本申请实施例中发端设备需要执行的其他发送操作。接收单元 1503 用于支持发端设备需要执行的其他接收操作。

再一种可能的示例中，以通信装置 1500 为收端设备为例，处理单元 1501 用于支持收端设备执行图 5 中的 S507、S508、S509，和/或本申请实施例中收端设备需要执行的其他处理操作。接收单元 1503 用于支持收端设备执行图 5 中的 S506，和/或本申请实施例中收端设备需要执行的其他接收操作。发送单元 1503 用于支持收端设备需要执行的其他发送操作。

可选的，该通信装置 1500 还可以包括存储单元 1504，用于存储通信装置的程序代码和数据，数据可以包括不限于原始数据或者中间数据等。

其中，处理单元 1501 可以是处理器或控制器，例如可以是 CPU，通用处理器，专用集成电路 (application specific integrated circuit, ASIC)，现场可编程逻辑门阵列 (field programmable gate array, FPGA) 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申请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。

发送单元 1502 可以是通信接口、发送器或发送电路等，其中，该通信接口是统称，在具体实现中，该通信接口可以包括多个接口，例如可以包括：发端设备与收端设备之间的接口和/或其他接口。

接收单元 1503 可以是通信接口、接收器或接收电路等，其中，该通信接口是统称，在具体实现中，该通信接口可以包括多个接口，例如可以包括：发端设备与收端设备之间的接口和/或其他接口。

发送单元 1502 和接收单元 1503 可以是物理上或者逻辑上实现为同一个单元。

存储单元 1504 可以是存储器。

当处理单元 1501 为处理器，发送单元 1502 和接收单元 1503 为通信接口，存储单元 1504 为存储器时，本申请实施例所涉及的通信装置可以为图 16 所示。

参阅图 16 所示，该通信装置包括：处理器 1601、通信接口 1602、存储器 1603。可选的，通信装置还可以包括总线 1604。其中，通信接口 1602、处理器 1601 以及存储器 1603 可以通过总线 1604 相互连接；总线 1604 可以是外设部件互连标准 (peripheral component interconnect, PCI) 总线或扩展工业标准结构 (extended industry standard architecture, EISA) 总线等。所述总线 1604 可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示，图 16 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。

可选的，本申请实施例还提供一种携带计算机指令的计算机程序产品，当该计算机指令在计算机上运行时，使得计算机执行上述实施例所介绍的方法。

可选的，本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储计算机指令，当该计算机指令在计算机上运行时，使得计算机执行上述实施例所介绍的方法。

可选的，本申请实施例还提供一种芯片，包括：处理电路和收发电路，处理电路和收发电路用于实现上述实施例所介绍的方法。其中，处理电路用于执行相应方法中的处理动作，收发电路用于执行相应方法中的接收/发送的动作。

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实施例所述的流程或功能。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 (digital subscriber line, DSL)) 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括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

可以是磁性介质（例如，软盘、硬盘、磁带）、光介质（例如，数字视频光盘（digital video disc, DVD））、或者半导体介质（例如固态硬盘（solid state drive, SSD））等。

5 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，所述模块的划分，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，例如多个模块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，装置或模块的间接耦合或通信连接，可以是电性或其它的形式。

10 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设备上。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。

15 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申请可借助软件加必需的通用硬件的方式来实现，当然也可以通过硬件，但很多情况下前者是更佳实施方式。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说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）执行本申请各个实施例所述的方法。

20 以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，在本申请揭露的技术范围内的变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1. 一种通信方法，其特征在于，包括：

发端设备基于 N 个比特集合确定正交幅度调制 QAM 的第一序列和第二序列，所述第一序列包括 N 个同相分量，所述第二序列包括 N 个正交分量，或所述第一序列包括 N 个正交分量，所述第二序列包括 N 个同相分量，所述 N 为大于或等于 2 的整数；

所述发端设备对所述第一序列进行交织处理，以得到第三序列；

所述发端设备向收端设备发送基于所述第二序列和所述第三序列确定的符号序列，其中，所述符号序列包括 N 个 QAM 符号。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，

所述 N 个同相分量是基于第一码本确定的，其中，所述第一码本至少指示所述比特集合与同相分量之间的映射关系；

所述 N 个正交分量是基于第二码本确定的，其中，所述第二码本至少指示所述比特集合与正交分量之间的映射关系。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，

所述 N 个同相分量包括 N 个第一符号的同相分量；

所述 N 个正交分量包括 N 个第一符号的正交分量；

其中，所述第一符号是第二符号在星座图上旋转第一角度得到的，且所述第一符号的第一调制阶数是所述第二符号的第二调制阶数的平方；

所述第二符号是所述比特集合调制后的符号；

所述旋转是以所述星座图的原点为圆心，沿顺时针或逆时针进行的旋转；

所述第一角度大于或等于以下角度：所述第二调制阶数的一个符号在星座图上沿顺时针或逆时针旋转之后，遇到所述第一调制阶数的首个符号时所旋转的最小角度。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述第一角度满足：

$$\theta = \frac{\pi}{2} \times n \pm \sin^{-1} \left(\frac{1}{\sqrt{a}} \right)$$

其中，所述 θ 表示所述第一角度， $\sin^{-1} \left(\frac{1}{\sqrt{a}} \right)$ 表示所述最小角度， π 表示圆周率， n 表示大于或等于 0 的整数， \sin^{-1} 表示反正弦， \sqrt{a} 表示所述第一符号的能量归一化常数。

5. 根据权利要求 1 至 4 任一项所述的方法，其特征在于，所述比特集合包括 X 个比特，所述 QAM 符号的调制阶数是 2^{2X} ，所述 X 为正整数。

6. 一种通信方法，其特征在于，包括：

收端设备接收来自发端设备的符号序列，其中，所述符号序列包括 N 个正交幅度调制 QAM 符号；

所述收端设备根据所述符号序列，确定第四序列和第五序列，其中，所述第四序列包括所述 N 个 QAM 符号的同相分量，所述第五序列包括所述 N 个 QAM 符号的正交分量，或所述第四序列包括所述 N 个 QAM 符号的正交分量，所述第五序列包括所述 N 个 QAM 符号的同相分量；

所述收端设备对所述第四序列进行解交织处理，以得到第六序列；

所述收端设备对所述第五序列和所述第六序列进行联合解调，以得到 N 个比特集合。

7. 根据权利要求 6 所述的方法, 其特征在于, 所述比特集合包括 X 个比特, 所述 QAM 符号的调制阶数是 2^{2X} , 所述 X 为正整数。

8. 一种通信装置, 其特征在于, 包括:

处理单元, 用于基于 N 个比特集合确定正交幅度调制 QAM 的第一序列和第二序列, 其中, 所述第一序列包括 N 个同相分量, 所述第二序列包括 N 个正交分量, 或所述第一序列包括 N 个正交分量, 所述第二序列包括 N 个同相分量, 所述 N 为大于或等于 2 的整数;

所述处理单元, 还用于对所述第一序列进行交织处理, 以得到第三序列;

发送单元, 用于向收端设备发送基于所述第二序列和所述第三序列确定的符号序列, 其中, 所述符号序列包括 N 个 QAM 符号。

9. 根据权利要求 8 所述的装置, 其特征在于,

所述 N 个同相分量是基于第一码本确定的, 其中, 所述第一码本至少指示所述比特集合与同相分量之间的映射关系;

所述 N 个正交分量是基于第二码本确定的, 其中, 所述第二码本至少指示所述比特集合与正交分量之间的映射关系。

10. 根据权利要求 8 所述的装置, 其特征在于,

所述 N 个同相分量包括 N 个第一符号的同相分量;

所述 N 个正交分量包括 N 个第一符号的正交分量;

其中, 所述第一符号是第二符号在星座图上旋转第一角度得到的, 且所述第一符号的第一调制阶数是所述第二符号的第二调制阶数的平方;

所述第二符号是所述比特集合调制后的符号;

所述旋转是以所述星座图的原点为圆心, 沿顺时针或逆时针进行的旋转;

所述第一角度大于或等于以下角度: 所述第二调制阶数的一个符号在星座图上沿顺时针或逆时针旋转之后, 遇到所述第一调制阶数的首个符号时所旋转的最小角度。

11. 根据权利要求 10 所述的装置, 其特征在于, 所述第一角度满足:

$$\theta = \frac{\pi}{2} \times n \pm \sin^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{a}}\right)$$

其中, θ 表示所述第一角度, $\sin^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{a}}\right)$ 表示所述最小角度, π 表示圆周率, n 表示大于或等于 0 的整数, \sin^{-1} 表示反正弦, \sqrt{a} 表示所述第一符号的能量归一化常数。

12. 根据权利要求 8 至 11 任一项所述的装置, 其特征在于, 所述比特集合包括 X 个比特, 所述 QAM 符号的调制阶数是 2^{2X} , 所述 X 为正整数。

13. 一种通信装置, 其特征在于, 包括:

接收单元, 用于接收来自发端设备的符号序列, 其中, 所述符号序列包括 N 个正交幅度调制 QAM 符号;

处理单元, 用于根据所述符号序列, 确定第四序列和第五序列, 其中, 所述第四序列包括所述 N 个 QAM 符号的同相分量, 所述第五序列包括所述 N 个 QAM 符号的正交分量, 或所述第四序列包括所述 N 个 QAM 符号的正交分量, 所述第五序列包括所述 N 个 QAM 符号的同相分量;

所述处理单元, 还用于对所述第四序列进行解交织处理, 以得到第六序列;

所述处理单元, 还用于对所述第五序列和所述第六序列进行联合解调, 以得到 N 个比特

集合。

14. 根据权利要求 13 所述的装置，其特征在于，所述比特集合包括 X 个比特，所述 QAM 符号的调制阶数是 2^{2X} ，所述 X 为正整数。

5 15. 一种通信装置，其特征在于，包括：处理器和存储器，所述处理器和所述存储器耦合，所述存储器存储有程序指令，当所述存储器存储的程序指令被所述处理器执行时，如权利要求 1 至 5 中任一项所述的方法被实现。

16. 一种通信装置，其特征在于，包括：处理器和存储器，所述处理器和所述存储器耦合，所述存储器存储有程序指令，当所述存储器存储的程序指令被所述处理器执行时，如权利要求 6 或 7 任一项所述的方法被实现。

10 17. 一种芯片，其特征在于，所述芯片包括逻辑电路和输入输出接口，所述输入输出接口用于与所述芯片之外的模块通信，所述逻辑电路用于运行计算机程序或指令，以实现如权利要求 1 至 7 中任一项所述的方法。

18. 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程序，所述程序被处理器调用时，权利要求 1 至 7 任一项所述的方法被执行。

15 19. 一种通信系统，其特征在于，包括发端设备和收端设备，其中所述发端设备用于执行如权利要求 1 至 5 中任一项所述的方法，所述收端设备用于执行如权利要求 6 或 7 所述的方法。

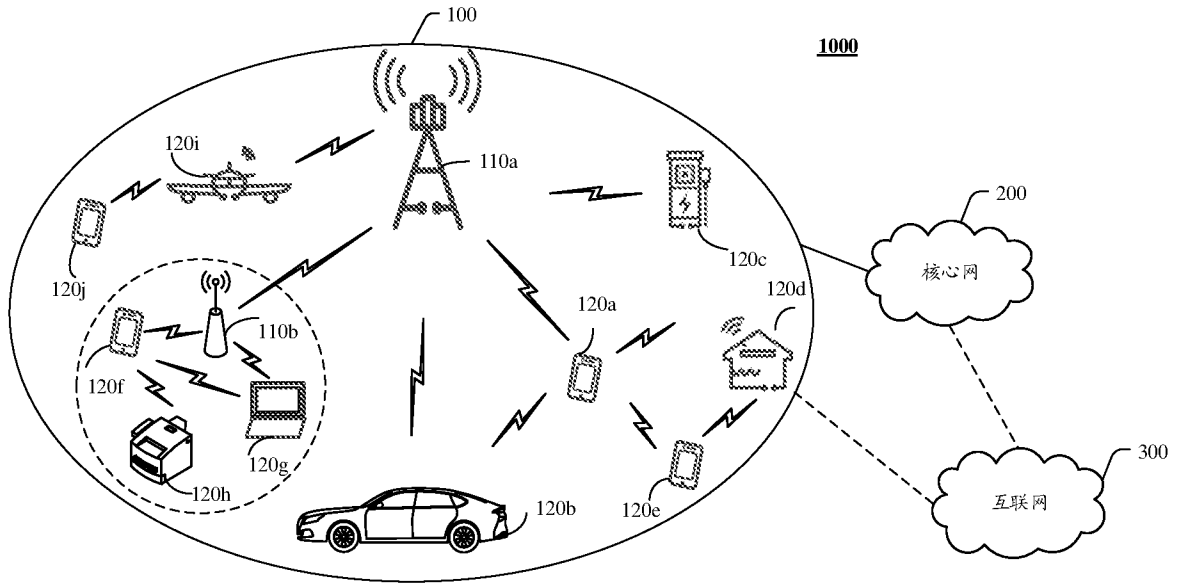


图 1

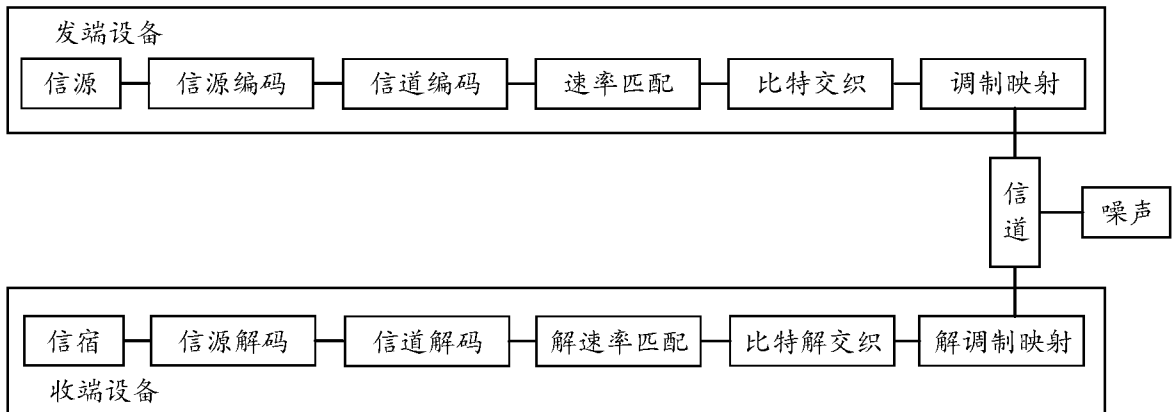


图 2

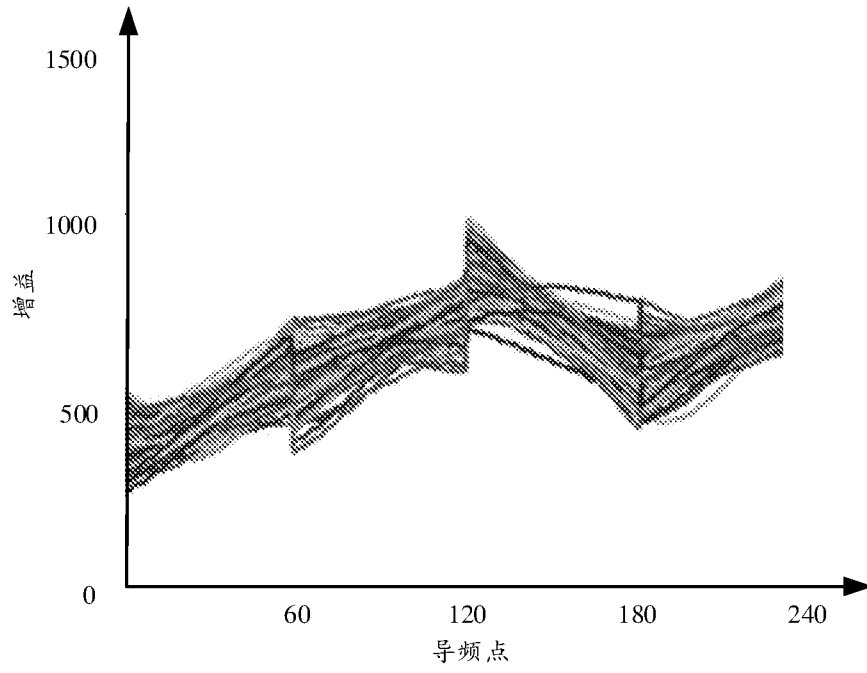


图 3

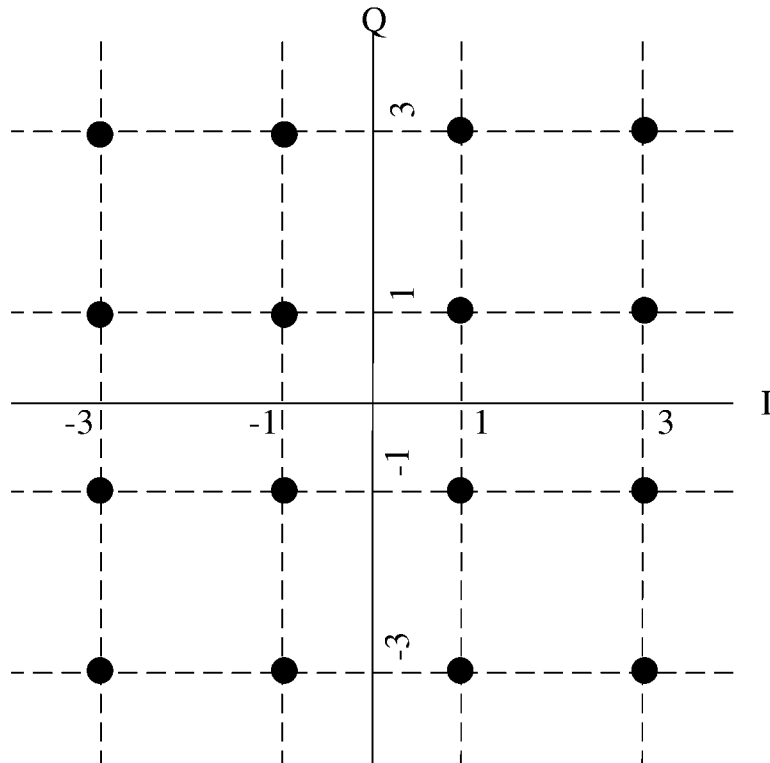


图 4

500

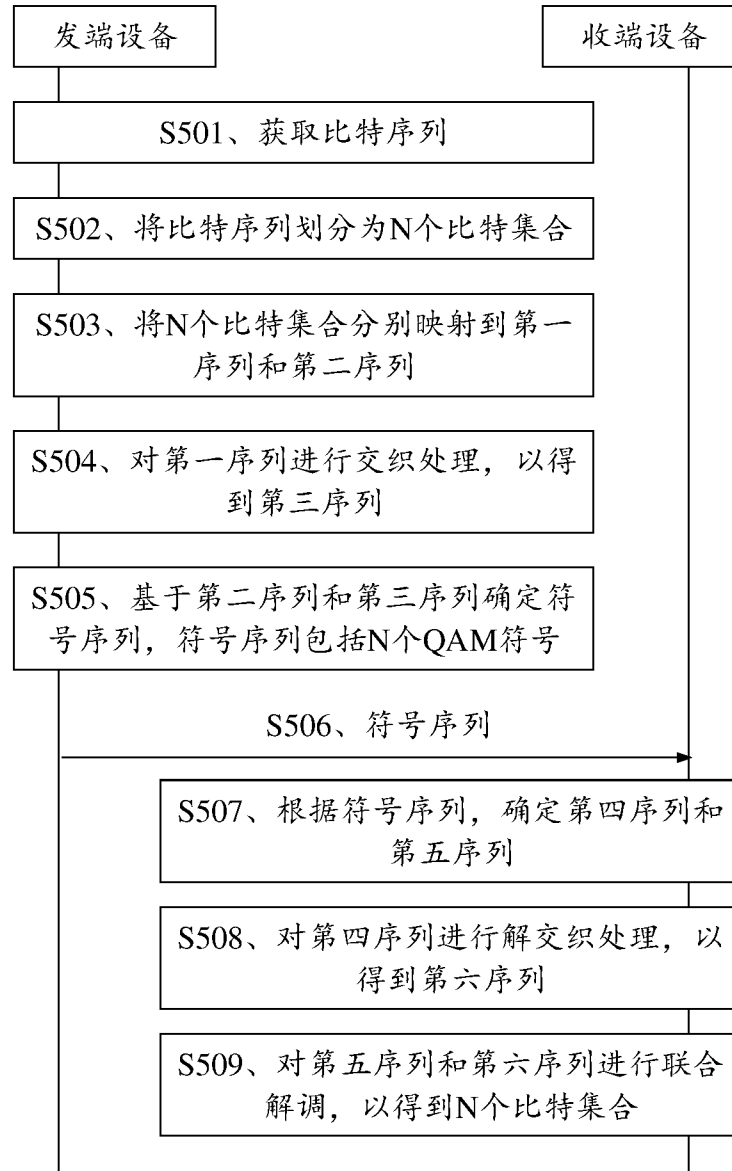


图 5

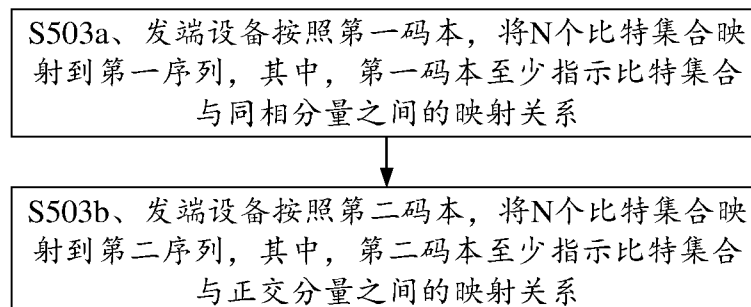


图 6

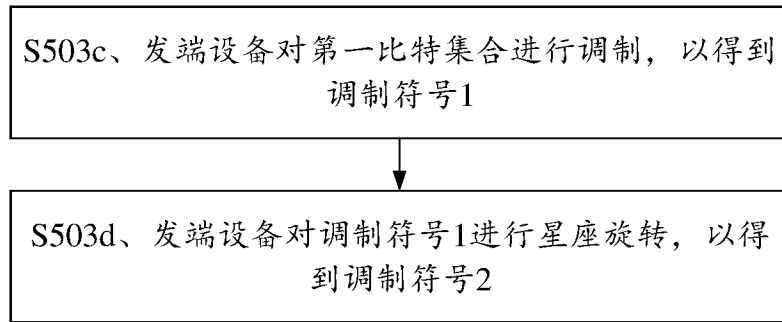


图 7

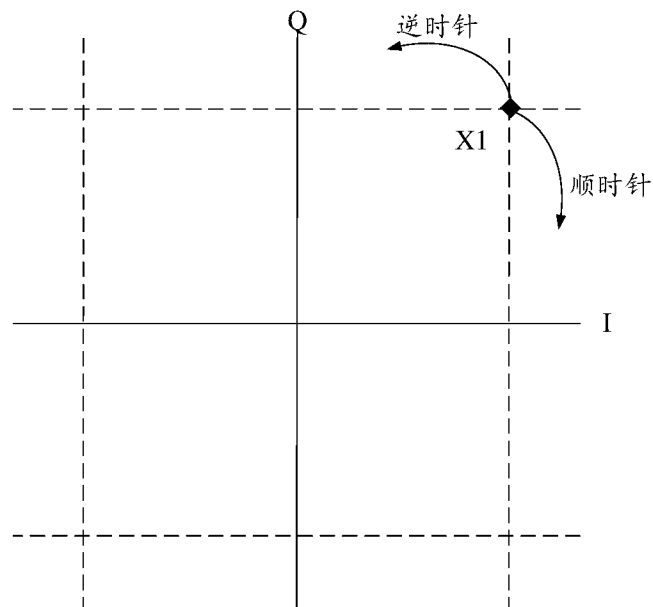


图 8

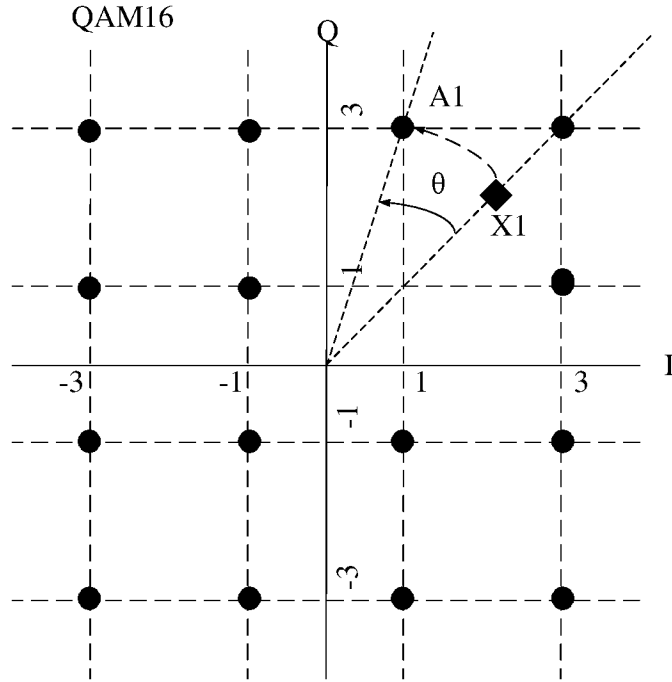


图 9

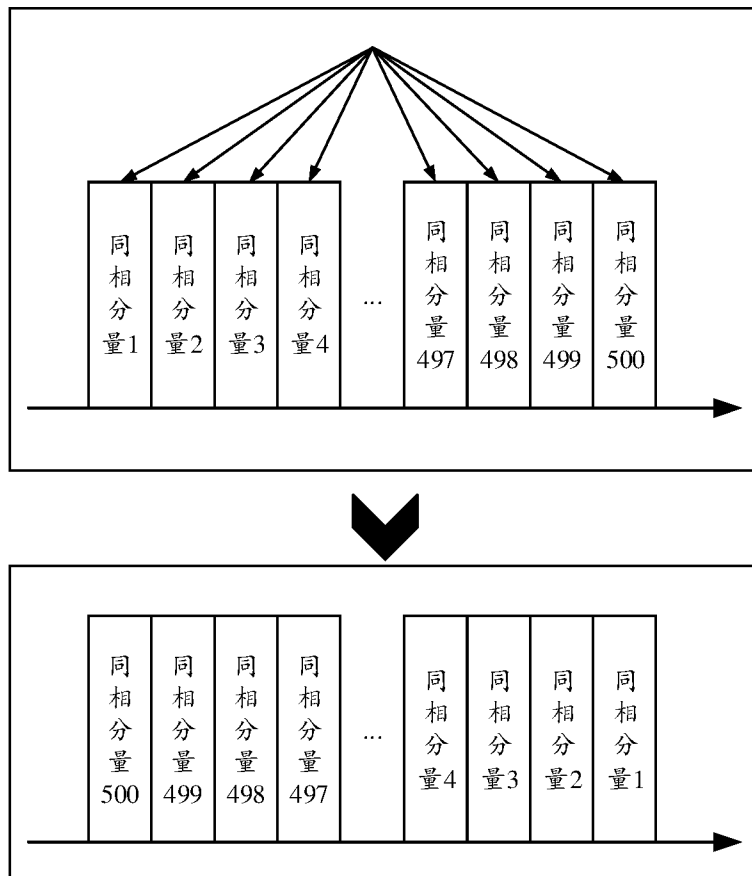


图 10

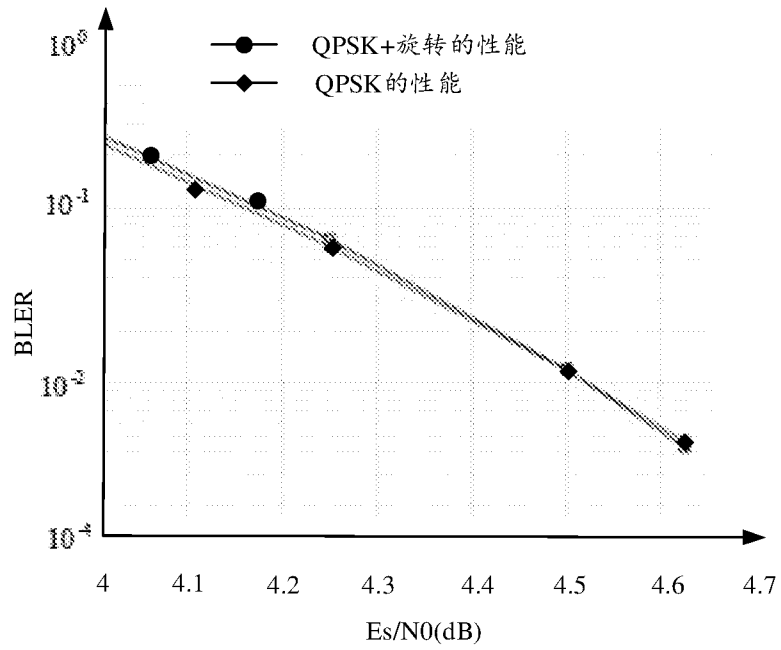


图 11

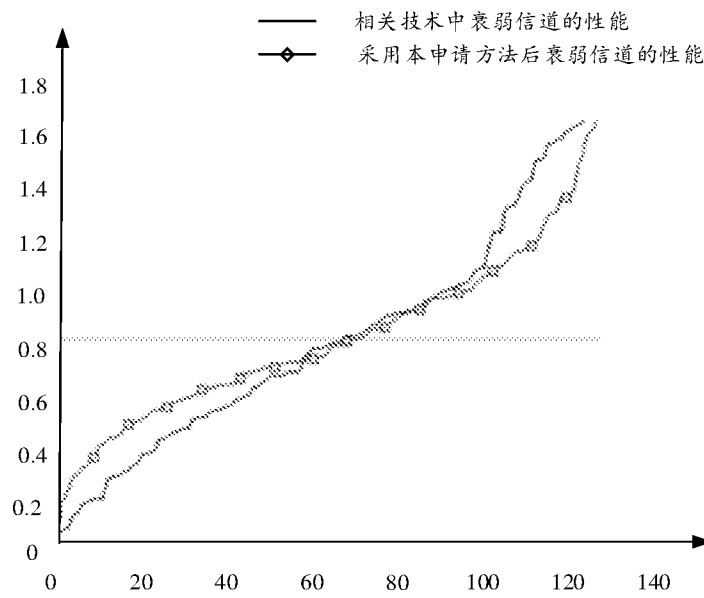


图 12

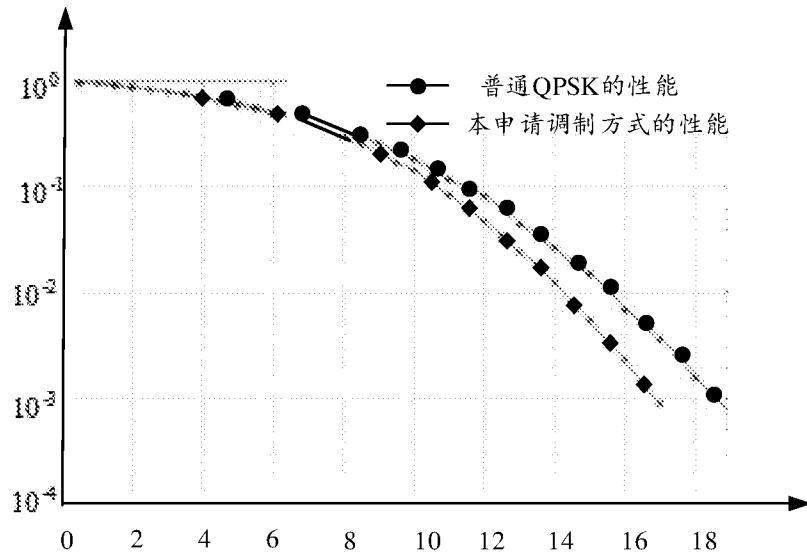


图 13

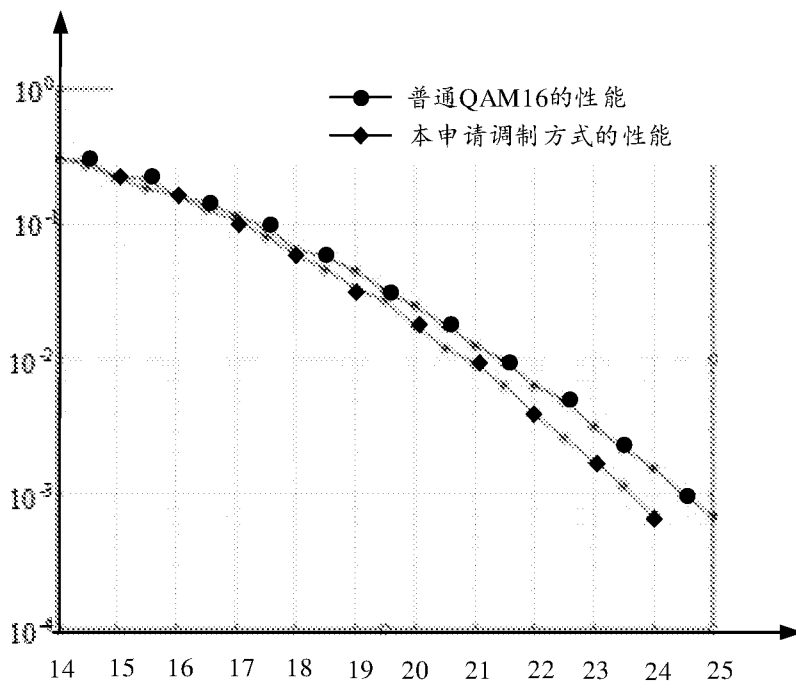


图 14

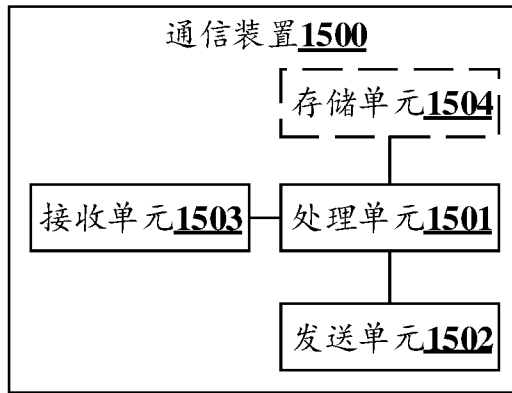


图 15

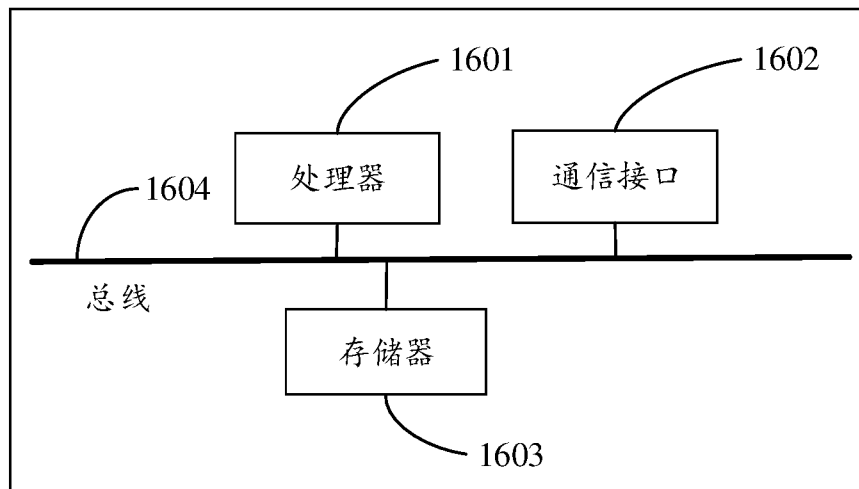


图 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/129947

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H04L 1/00(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)		
H04L1/-		
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; WPABSC; ENTXTC; CNKI: 正交幅度调制, 同相, 同向, 正交, 交织, 衰落, 纠错; WPABS; ENTXT; DWPI; 3GPP; IEEE: in-phase, same-phase, "I", orthogonality, quadrature, "Q", interlac+, interweav+, interleav+, QAM, QPSK, fading, error correct+		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2014119473 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.) 01 May 2014 (2014-05-01) entire document	1-19
A	CN 101547060 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 30 September 2009 (2009-09-30) entire document	1-19
A	CN 102315909 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 11 January 2012 (2012-01-11) entire document	1-19
A	CN 107949991 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 20 April 2018 (2018-04-20) entire document	1-19
A	CN 101933305 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 29 December 2010 (2010-12-29) entire document	1-19
<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 "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
12 January 2023		18 January 2023
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/129947

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)				
US	2014119473	A1	01 May 2014	EP	2536054	A1	19 December 2012				
				WO	2012171854	A1	20 December 2012				
				EP	2721756	A1	23 April 2014				
				US	9136982	B2	15 September 2015				
				EP	2721756	B1	13 January 2016				

CN	101547060	A	30 September 2009	None							

CN	102315909	A	11 January 2012	None							

CN	107949991	A	20 April 2018	EP	3334058	A1	13 June 2018				
				WO	2017035808	A1	09 March 2017				
				US	2018191423	A1	05 July 2018				
				JP	2018533861	A	15 November 2018				
				VN	57662	A	25 May 2018				
				JP	6462952	B2	30 January 2019				
				US	10312990	B2	04 June 2019				
				EP	3334058	B1	05 February 2020				
				CN	107949991	B	27 October 2020				

				CN	101933305	A	29 December 2010	WO	2009096488	A1	06 August 2009
US	2011007840	A1	13 January 2011								
EP	2249536	A1	10 November 2010								
JP	WO2009096488	A1	26 May 2011								
JP	5213879	B2	19 June 2013								
CN	101933305	B	07 August 2013								
US	8548094	B2	01 October 2013								
EP	2249536	B1	12 December 2018								

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04L 1/00 (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>H04L1/-</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>CNXT;WPABSC;ENTXTC;CNKI: 正交幅度调制, 同相, 同向, 正交, 交织, 衰落, 纠错 WPABS;ENTXT;DWPI;3GPP;IEEE: in-phase, same-phase, "I", orthogonality, quadrature, "Q", interlac+, interweav+, interleav+, QAM, QPSK, fading, error correct+</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>US 2014119473 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V.) 2014年5月1日 (2014 - 05 - 01) 全文</td> <td>1-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101547060 A (华为技术有限公司) 2009年9月30日 (2009 - 09 - 30) 全文</td> <td>1-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102315909 A (清华大学) 2012年1月11日 (2012 - 01 - 11) 全文</td> <td>1-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107949991 A (华为技术有限公司) 2018年4月20日 (2018 - 04 - 20) 全文</td> <td>1-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101933305 A (三菱电机株式会社) 2010年12月29日 (2010 - 12 - 29) 全文</td> <td>1-19</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 "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 "&" 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	US 2014119473 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V.) 2014年5月1日 (2014 - 05 - 01) 全文	1-19	A	CN 101547060 A (华为技术有限公司) 2009年9月30日 (2009 - 09 - 30) 全文	1-19	A	CN 102315909 A (清华大学) 2012年1月11日 (2012 - 01 - 11) 全文	1-19	A	CN 107949991 A (华为技术有限公司) 2018年4月20日 (2018 - 04 - 20) 全文	1-19	A	CN 101933305 A (三菱电机株式会社) 2010年12月29日 (2010 - 12 - 29) 全文	1-19
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
A	US 2014119473 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V.) 2014年5月1日 (2014 - 05 - 01) 全文	1-19																		
A	CN 101547060 A (华为技术有限公司) 2009年9月30日 (2009 - 09 - 30) 全文	1-19																		
A	CN 102315909 A (清华大学) 2012年1月11日 (2012 - 01 - 11) 全文	1-19																		
A	CN 107949991 A (华为技术有限公司) 2018年4月20日 (2018 - 04 - 20) 全文	1-19																		
A	CN 101933305 A (三菱电机株式会社) 2010年12月29日 (2010 - 12 - 29) 全文	1-19																		
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																			
2023年1月12日	2023年1月18日																			
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员																			
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	解淑瑄 电话号码 (86-28) 62969258																			

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/129947

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)				
US	2014119473	A1	2014年5月1日	EP	2536054	A1	2012年12月19日				
				WO	2012171854	A1	2012年12月20日				
				EP	2721756	A1	2014年4月23日				
				US	9136982	B2	2015年9月15日				
				EP	2721756	B1	2016年1月13日				
CN	101547060	A	2009年9月30日	无							
CN	102315909	A	2012年1月11日	无							
CN	107949991	A	2018年4月20日	EP	3334058	A1	2018年6月13日				
				WO	2017035808	A1	2017年3月9日				
				US	2018191423	A1	2018年7月5日				
				JP	2018533861	A	2018年11月15日				
				VN	57662	A	2018年5月25日				
				JP	6462952	B2	2019年1月30日				
				US	10312990	B2	2019年6月4日				
				EP	3334058	B1	2020年2月5日				
				CN	107949991	B	2020年10月27日				
				CN	101933305	A	2010年12月29日	WO	2009096488	A1	2009年8月6日
								US	2011007840	A1	2011年1月13日
EP	2249536	A1	2010年11月10日								
JP	W02009096488	A1	2011年5月26日								
JP	5213879	B2	2013年6月19日								
CN	101933305	B	2013年8月7日								
US	8548094	B2	2013年10月1日								
EP	2249536	B1	2018年12月12日								