

(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
2022 年 3 月 31 日 (31.03.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/062725 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 1/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/111289

(22) 国际申请日: 2021 年 8 月 6 日 (06.08.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202011032447.9 2020 年 9 月 27 日 (27.09.2020) CN

(71) 申请人: 中兴通讯股份有限公司 (ZTE CORPORATION) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: 陶凯 (TAO, Kai); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 广州嘉权专利商标事务所有限公司 (JIAQUAN IP LAW); 中国广东省广州市天河区黄埔大道西 100 号富力盈泰广场 A 栋 910, Guangdong 510627 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) **Title:** DATA SENDING METHOD AND TERMINAL, DATA RECEIVING METHOD AND TERMINAL, AND SYSTEM, DEVICE AND READABLE STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 数据发送、接收方法及终端、系统、设备、可读存储介质

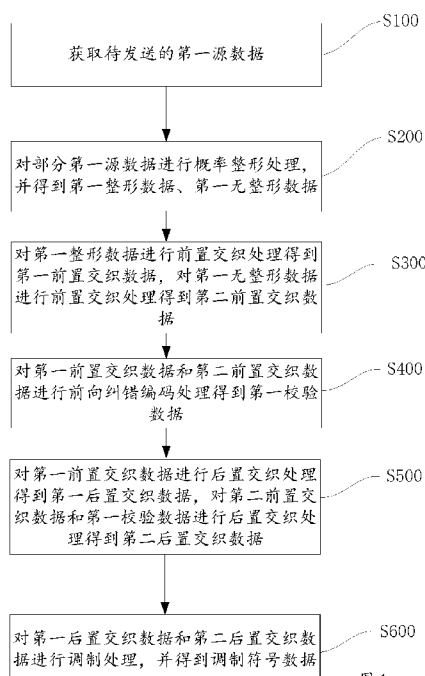


图 1

S100 Acquire first source data to be sent
S200 Perform probabilistic shaping processing on part of the first source data, and obtain first shaped data and first unshaped data
S300 Perform pre-interleaving processing on the first shaped data to obtain first pre-interleaved data, and perform pre-interleaving processing on the first unshaped data to obtain second pre-interleaved data
S400 Perform forward error correction coding processing on the first pre-interleaved data and the second pre-interleaved data to obtain first check data
S500 Perform post-interleaving processing on the first pre-interleaved data to obtain first post-interleaved data, and perform post-interleaving processing on the second pre-interleaved data and the first check data to obtain second post-interleaved data
S600 Modulate the first post-interleaved data and the second post-interleaved data, and obtain modulated symbol data

(57) **Abstract:** A data sending method and terminal, a data receiving method and terminal, and a system, a device and a readable storage medium. The data sending method comprises: acquiring source data to be sent; performing probabilistic shaping processing on the source data, and obtaining probabilistic mapping data, wherein the probabilistic mapping data comprises shaped data and unshaped data; performing pre-interleaving processing on the probabilistic mapping data, and obtaining interleaved data; performing forward error

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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格 (细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

correction coding processing on the interleaved data to obtain check data, and performing post-interleaving processing on the interleaved data and coded data to obtain data to be modulated; and modulating the data to be modulated, and obtaining modulated symbol data.

(57) 摘要: 一种数据发送、接收方法及终端、系统、设备、可读存储介质, 其中, 数据发送方法, 包括: 获取待发送的源数据; 对所述源数据进行概率整形处理, 并得到概率映射数据, 所述概率映射数据包括整形数据、无整形数据; 对所述概率映射数据进行前置交织处理, 并得到交织数据; 对所述交织数据进行前向纠错编码处理得到校验数据, 对所述交织数据、所述编码数据进行后置交织处理得到待调制数据; 对所述待调制数据进行调制处理, 并得到调制符号数据。

数据发送、接收方法及终端、系统、设备、可读存储介质

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 202011032447.9、申请日为 2020 年 09 月 27 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本申请涉及通信领域，尤其涉及一种数据发送方法、数据接收方法及终端、电子设备、数据通信系统、可读存储介质。

背景技术

在通信传输系统中，通过将输入信号进行概率整形来产生整形增益，从而降低信号的平均功率，提高系统的传输距离。

在一些情况中，通过交织器对未经过概率整形的信号以及经过了概率整形映射的信号进行交织，然而，在信号交织的过程中，信号的排布方式容易发生串扰，导致无法对信号进行整形增益。

发明内容

本申请实施例提供了数据发送、接收方法及终端、系统、设备、可读存储介质。

第一方面，本申请实施例提供了一种数据发送方法，包括：获取待发送的第一源数据；对部分所述第一源数据进行概率整形处理，并得到第一整形数据、第一无整形数据；对所述第一整形数据进行前置交织处理得到第一前置交织数据，对所述第一无整形数据进行前置交织处理得到第二前置交织数据；对所述第一前置交织数据和所述第二前置交织数据进行前向纠错编码处理得到第一校验数据；对所述第一前置交织数据进行后置交织处理得到第一后置交织数据，对所述第二前置交织数据和所述第一校验数据进行后置交织处理得到第二后置交织数据；对所述第一后置交织数据和所述第二后置交织数据进行调制处理，并得到调制符号数据。

第二方面，申请实施例提供了一种数据接收方法，包括：获取调制符号数据；对所述调制符号数据进行解映射处理得到第一解映射数据，对所述第一解映射数据进行前置解交织处理得到第一解交织映射数据；对所述第一解交织映射数据进行前向纠错译码处理得到第一译码数据；对所述第一译码数据进行后置解交织处理得到第一整形数据、第一无整形数据、第一校验数据；对所述第一整形数据进行解整形处理，将解整形处理得到的数据与所述第一无整形数据、所述第一校验数据进行整合，得到第一源数据。

第三方面，申请实施例提供了一种数据发送终端，包括：第一源数据模块，被设置成产生第一源数据；第一概率整形器，被设置成对部分所述第一源数据进行概率整形处理，并得到第一整形数据、第一无整形数据；第一前置交织器，被设置成对所述第一整形数据进行前置交织处理并得到第一前置交织数据，对所述第一无整形数据进行前置交织处理得到第二前置交织数据；第一前向纠错编码器，被设置成对所述第一前置交织数据和所述第二前置交织数据进行前向纠错编码处理得到第一校验数据；第一后置交织器，被设置成对所述第一前置交织数据进行后置交织处理得到第一后置交织数据，对所述第二前置交织数据和所述第一校验数据进行后置交织处理得到第二后置交织数据；符号调制器，被设置成对所述第一后置交织数据和所述第二后置交织数据进行调制处理，并得到调制符号数据。

第四方面，申请实施例提供了一种数据接收终端，包括：符号解调器，被设置成对调制符号数据进行解映射处理并得到第一解映射数据；第一前置解交织器，被设置成对所述第一解映射数据进行前置解交织处理得到第一解交织映射数据；第一前向纠错译码器，被设置成对所述第一解交织映射数据进行前向纠错译码处理得到第一译码数据；第一后置解交织器，被设置成对所述第一译码数据进行后置解交织处理得到第一整形数据、第一无整形数据、第一校验数据；第一概率解整形器，被设置成对所述第一整形数据进行解整形处理并将生成的数据传输至第一数据接收器；所述第一数据接收器，被设置成对来自所述第一概率解整形器的数据与所述第一无整形数据、所述第一校验数据进行整合，得到第一源数据。

第五方面，申请实施例提供了一种数据通信系统，包括如第三方面提供的数据发送终端和\或如第四方面提供的数据接收终端。

第六方面，申请实施例提供了一种电子设备，包括：存储器，其上存储有计算机程序；处理器，用于执行所述存储器中的所述计算机程序，以实现：如第一方面所述的数据发送方法；和\或，如第二方面所述的数据接收方法。

第七方面，申请实施例提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可执行指令用于：执行第一方面提供的数据发送方法；和\或执行第二方面提供的数据接收方法。

本申请的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述，并且，部分地从说明书中变得显而易见，或者通过实施本申请而了解。本申请的目的和其他优点可通过在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

图1是本申请实施例一种数据发送方法的流程图；

图2A 本申请实施例一种标准 16QAM 星座图的星座点概率分布图；

图2B 本申请实施例一种采用概率整形后的 16QAM 星座图的星座点概率分布图；

图3是本申请实施例一种不同编码调制方案在速率适配性及性能上的对比图；

图4是本申请又一实施例种数据发送方法的子流程图；

图5是本申请再一实施例的数据发送方法的子流程图；

图6是本申请又一实施例的数据发送方法的子流程图；

图7是本申请又一实施例的数据发送方法的子流程图；

图8是一种数据发送方法的数据常规输出方式示意图；

图9是本申请实施例一种数据发送方法的数据输出示意图；

图10是本申请实施例一种数据发送方法的流程图；

图11是本申请又一实施例一种数据发送方法的流程图；

图12是本申请又一实施例一种数据发送方法的流程图；

图13是本申请又一实施例一种数据发送方法的流程图；

图14是本申请实施例一种数据发送终端的框架示意图；

图15是本申请又一实施例一种数据发送终端的框架示意图；

图16是本申请实施例一种数据接收终端的框架示意图；

图17是本申请又一实施例一种数据接收终端的框架示意图。

附图标记：110、第一源数据模块；120、第一概率整形器；121、第一概率整形分布匹配器；122、第一数据缓存器；130、第一前置交织器；140、第一前向纠错编码器；150、第一后置交织器；160、符号调制器；170、混合交织器；210、第二源数据模块；220、第二概率整形器；221、第二概率整形分布匹配器；222、第二数据缓存器；230、第二前置交织器；240、第二前向纠错编码器；250、第二后置交织器；310、第一数据接收器；320、第一概率解整形器；321、第一概率整形分布解匹配器；322、第三数据存储器；330、第一后置解交织器；340、第一前向纠错译码器；350、第一前置解交织器；360、符号解调器；370、混合解交织器；410、第二数据接收器；420、第二概率解整形器；421、第二概率整形分布解匹配器；422、第四数据存储器；430、第二后置解交织器；440、第二前向纠错译码器；450、第二前置解交织器。

具体实施方式

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

需要说明的是，虽然在装置示意图中进行了功能模块划分，在流程图中示出了逻辑顺序，但是在某些情况下，可以以不同于装置中的模块划分，或流程图中的顺序执行所示出或描述的步骤。说明书和权

利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。

在一些情况中，通过对信号进行编码调制以降低单位信息的传输功耗，从而降低通信系统的信息传输成本。

概率星座整形 (Probabilistic Constellation Shaping, PCS, 简称为概率整形) 可通过调整与星座点的幅度相对应的比特的出现概率, 以在保证 QAM 星座图中所有星座点的相对位置保持不变的情况下, 使得出现概率由内向外依次降低, 从而降低平均功率。

然而, 当信号经过概率整形和前向纠错编码 (Forward Error Correction, FEC) 后, 对信号进行交织的过程中, 容易导致信号的排布方式发生串扰, 使得无法对信号数据进行对应星座映射调制。

第一方面, 请参照图 1, 本申请实施例提供一种数据发送方法, 包括: S100、获取待发送的第一源数据; S200、对部分第一源数据进行概率整形处理, 并得到第一整形数据、第一无整形数据; S300、对第一整形数据进行前置交织处理得到第一前置交织数据, 对第一无整形数据进行前置交织处理得到第二前置交织数据; S400、对第一前置交织数据和第二前置交织数据进行前向纠错编码处理得到第一校验数据; S500、对第一前置交织数据进行后置交织处理得到第一后置交织数据, 对第二前置交织数据和第一校验数据进行后置交织处理得到第二后置交织数据; S600、对第一后置交织数据和第二后置交织数据进行调制处理, 并得到调制符号数据。

通过对第一整形数据、第一无整形数据分别进行前置交织处理, 并分别生成对应的第一前置交织数据、第二前置交织数据, 以避免经过概率整形的数据与未经过概率整形的数据相互交织, 而导致数据交织混乱, 使得无法对应交织后的数据进行正确的调制映射处理。可以理解为, 通过数据进行划分处理, 并对不同类型的数据单独进行交织处理, 以避免交织后的数据中存在不同类型数据交织的情况, 从而保证通过对交织后的数据进行调制处理后, 可获得与预设参数相符的调制符号数据。

通过对整形数据、无整形数据进行单独交织, 以保证数据按预设方式交织排布, 从而避免数据交织导致无法对信号进行整形增益的问题。

此外, 通过对第一前置交织数据和第二前置交织数据进行前向纠错编码处理得到第一校验数据, 将第二前置交织数据与第一校验数据进行后置交织处理并得到对应的第二后置交织数据, 以在待调制的数据中加入校验数据, 从而在发送的数据中加入带有信号本身特征的冗余, 以便于对数据传输所导致的数据误码进行纠正。

请参照图 2A、图 2B, 图 2A 为标准 16QAM 星座图的星座点概率分布图; 图 2B 为采用概率整形后的 16QAM 星座图的星座点概率分布图。其中, 平面坐标表示位置, 纵坐标表示星座点概率。

由图对比可知, 通过调整与星座点的幅度相对应的比特的出现概率, 以在保证 QAM 星座图中所有星座点的相对位置保持不变的情况下, 使得出现概率由内向外依次降低, 从而降低平均功率。

请参照图 3, QAM 为星座映射, FEC 为前向纠错处理。图中横坐标为速率适配性, 纵坐标为性能。由图可知, 通过概率整形的星座映射处理及固定的前向纠错处理, 使得数据具有较高数量适配性的同时, 可获得高性能。

此外, 根据速率适配性、性能需要对星座映射及前向纠错处理的类型进行适应性选择。

请参照图 4, 在一些实施例中, 对第一整形数据进行前置交织处理得到第一前置交织数据, 对第一无整形数据进行前置交织处理得到第二前置交织数据, 包括: S301、利用前置交织器对第一整形数据进行前置交织处理进行交织处理, 并将得到的第一前置交织数据存储于前置交织器的第一前置交织区域; S302、利用前置交织器对第一无整形数据进行前置交织处理进行交织处理, 并将得到的第二前置交织数据存储于前置交织器的第二前置交织区域。

通过前置交织器对第一整形数据进行前置交织处理, 并将得到的第一前置交织数据按照预设的交织序列存储于前置交织器的第一前置交织区域; 通过前置交织器对第一无整形数据进行前置交织处理, 并将得到的第二前置交织数据按照预设的交织序列存储于前置交织器的第二前置交织区域。其中, 通过第一整形数据及第一无整形数据分别同时进行前置交织处理, 并将得到的数据存储于前置交织器中的对应缓存区域。

例如, 前置交织器的存储容量为 32 行 111 列, 可数据存储量为 3552 比特。其中, 左边 32 行 64 列,

可数据存储量为 2048 比特,用于存储第一前置交织数据;右边 32 行 47 列,可数据存储量为 1504 比特,用于存储第二前置交织数据。

通过对前置交织器的存储区域进行区域性划分,以按照预设规则将第一整形数据、第一无整形数据填入对应的存储区域中,从而完成对应第一整形数据、第一无整形数据的前置交织处理。

请参照图 5,在一些实施例中,S500、对第一前置交织数据进行后置交织处理得到第一后置交织数据,对第二前置交织数据和第一校验数据进行后置交织处理得到第二后置交织数据,包括:S501、利用后置交织器对第一前置交织数据进行后置交织处理,并将得到的第一后置交织数据存储于后置交织器的第一后置交织区域;S502、利用后置交织器对第二前置交织数据和第一校验数据进行后置交织处理,并将得到的第二后置交织数据存储于后置交织器的第二后置交织区域。

利用后置交织器对应前置交织数据进行后置交织处理以得到对应的后置交织数据,并将对应的后置交织数据存储于后置交织器的对应存储区域中,从而避免后置交织数据中存在数据混杂。例如按照预设规则对第一前置交织数据进行后置交织处理,并得到的第一后置交织数据存储于第一后置交织区域;按照预设规则对第二前置交织数据和第一校验数据进行后置交织处理,并得到的第二后置交织数据存储于第二后置交织区域。可以理解的是,通过对应数据的数据进行数据块分割,并将得到的数据块按照预设规则填入后置交织器的对应存储区域中,从而完成后置交织处理。

其中,通过对第二后置交织区域进行区域性划分,以形成至少两个子区域。其中一个子区域被设置成存储第一无整形数据后置交织处理后所得到的后置交织数据,另外一个子区域被设置成存储第一校验数据后置交织处理后所得到的后置交织数据。

例如,通过对第一前置交织数据和第二前置交织数据进行前向纠错编码处理得到第一校验数据。

其中,第一前置交织数据和第二前置交织数据的数据量大小为 3552 比特,而产生的第一校验数据的数据量大小为 544 比特。第一前置交织数据、第二前置交织数据及第一校验数据的总数据量大小为 4096 ($=3552+544$) 比特。

例如,后置交织器的存储容量为 32 行 128 列,可数据存储量为 4096 比特。其中,左边 32 行 64 列,可数据存储量为 2048 比特,用于存储第一前置交织数据;中部 32 行 47 列,可数据存储量为 1504 比特,用于存储对第一无整形数据进行后置交织处理所得到的第二前置交织数据;右边 32 行 17 列,可数据存储量为 544 比特,用于存储对第一校验数据进行后置交织处理所得到的第二前置交织数据。

在一些实施例中,对第一前置交织数据进行后置交织处理得到第一后置交织数据,对第二前置交织数据和第一校验数据进行后置交织处理得到第二后置交织数据,包括:将第一前置交织数据按照预设划分规则划分为多个数据块,对多个数据块进行后置交织处理,得到的第一后置交织数据;将第二前置交织数据、第一校验数据按照预设划分规则划分为多个数据块,对多个数据块进行后置交织处理,得到的第二后置交织数据。

通过对第一前置数据、第二前置交织数据、第一校验数据按照预设划分规则划分为多个数据块,并将得到的数据块按预设填写规则或交织规则填入后置交织器中第一后置交织区域、第二后置交织区域中,以得到对应的第一后置交织数据、第二后置交织数据。

例如,置交织器的存储容量为 32 行 128 列,可数据存储量为 4096 比特。将第一前置交织数据、第二前置交织数据、第一校验数据按照预设划分规则划分为以 16×16 的小方格为单位的数据块,并对数据块进行交织处理以得到第一后置交织数据、第二后置交织数据。

符号调制器根据第一后置交织数据、第二后置交织数据进行调制处理,并得到调制符号数据。

在一些实施例中,通过对多组第一后置交织数据、多组第二后置交织数据分别进行混合交织处理,以得到待调制的数据,符号调制器对待调制的数据进行调制处理以得到调制符号数据。

例如,后置交织器共输出 21 组第一后置交织数据及相对应的 21 组第二后置交织数据。通过数据存储量大小为 672 行 128 列的混合交织器对第一后置交织数据、第二后置交织数据进行交织处理,以形成对应的待调制数据。其中,左边 64 列存储经过概率整形所对应的交织数据,右边 64 列存储未经过概率整形所对应的交织数据。

请参照图 6,在一些实施例中,S200、对部分第一源数据进行概率整形处理,并得到第一整形数据、第一无整形数据,包括:S201、获取调制处理参数以及前向纠错编码参数、概率整形信息;S202、根据

调制参数以及前向纠错编码参数确定第一源数据的单位数据量及单位数据量中的待整形数据量；S203、根据概率整形信息和待整形数据量对部分源数据进行概率整形处理，并得到第一整形数据、第一无整形数据。

根据数据的预设处理参数，以对源数据中需要概率整形处理的数据量进行预划分，从而确定第一源数据中的单位数据量及单位数据量中的待整形数据量。通过概率整形信息以确定概率整形的整形类型或整形方式，并概率整形器根据概率整形信息和待整形数据量对部分源数据进行概率整形处理，并得到第一整形数据、第一无整形数据。

其中，调制参数可确定数据具体调制方式，前向纠错编码参数可确定生成的校验数据量。根据数据具体调制方式所调制的数据量及校验数据量以确定第一源数据的单位数据量及单位数据量中的待整形数据量。

在一些实施例中，S600、对第一后置交织数据和第二后置交织数据进行调制处理，并得到调制符号数据，包括：根据预设符号映射规则对第一后置交织数据和第二后置交织数据进行调制处理得到调制符号数据；其中，预设符号映射规则包括：第一后置交织数据对应于调制符号数据的幅度位，第二后置交织数据对应于调制符号数据的符号位。

通过对对应于符号位、幅度位的数据分别进行后置交织，以保证后置交织数据中的不同数据部分相互独立，不发生数据串扰。通过在第二后置交织数据加入校验数据，以在调制符号数据的符号位中加入纠错码。通过在待映射数据中加入纠错码，以打散通信传输通道引入的突发错码，从而提高通信系统的译码能力。

请参照图 7，在一些实施例中，通信系统中除第一源数据外，还具有第二源数据。数据发送方法，还包括：S110、获取待发送的第二源数据；S120、对第二源数据进行部分概率整形处理，并得到第二整形数据、第二无整形数据；S120、对第二整形数据进行前置交织处理得到第三前置交织数据，对第二无整形数据进行前置交织处理得到第四前置交织数据；S140、对第三前置交织数据、第四前置交织数据进行前向纠错编码处理得到第二校验数据；S150、对第三前置交织数据进行后置交织处理得到第三后置交织数据，对第四前置交织数据和第二校验数据进行后置交织处理得到第四后置交织数据；S160、对第一后置交织数据和第二后置交织数据进行交织处理得到第一待调制数据，对第三后置交织数据和第四后置交织数据进行交织处理得到第二待调制数据；S170、对第一待调制数据和第二待调制数据调制处理，并得到调制符号数据。

通过第二源数据模块获取待发送的第二源数据；第二整形器对第二源数据进行部分概率整形处理，并得到第二整形数据、第二无整形数据；通过第二前置交织器对第二整形数据进行前置交织处理得到第三前置交织数据，对第二无整形数据进行前置交织处理得到第四前置交织数据；通过第二前向纠错编码器对第三前置交织数据、第四前置交织数据进行前向纠错编码处理得到第二校验数据；通过第二后置交织器对第三前置交织数据进行后置交织处理得到第三后置交织数据，对第四前置交织数据和第二校验数据进行后置交织处理得到第四后置交织数据；通过混合交织器对第一后置交织数据和第三后置交织数据进行交织处理得到第一待调制数据，对第二后置交织数据和第四后置交织数据进行交织处理得到第二待调制数据；通过符号调制器对第一待调制数据和第二待调制数据调制处理，并得到调制符号数据。

通过对两个源数据进行混合交织处理，以对单个数据传输通道进行复用传输，从而同时发送两路的源数据。

例如，第一后置交织器共输出 21 组第一后置交织数据及相对应的 21 组第二后置交织数据；第二后置交织器共输出 21 组第三后置交织数据及相对应的 21 组第四后置交织数据。

通过数据存储量大小为 1344 行 128 列的混合交织器（总数据存储量为 172032 比特）对第一后置交织数据、第二后置交织数据进行交织处理，以形成对应的待调制数据。其中，左边 64 列存储第一后置交织数据、第三后置交织数据（经过概率整形所对应的交织数据），右边 64 列存储第二后置交织数据、第四后置交织数据（未经过概率整形所对应的交织数据）。

请参照图 8，图 8 左侧为混合交织器的示意图，其中，每个小方格是大小为 16*16 的数据块；图 8 右侧数字为交织器 3 中数据输出时的索引。 $B_{x,y}$ 表示第 x 行第 y 列的数据块。

混合交织器的数据输出顺序为：第 0-7 比特为 $B_{0,0}$ 中第 0 列的上面 8 比特，第 8-15 比特为 $B_{1,0}$ 中第 0 列的上面 8 比特，第 16-23 比特为 $B_{42,0}$ 中第 0 列的上面 8 比特，第 24-31 比特为 $B_{43,0}$ 中第 0 列的上面 8 比特，第 32-39 比特为 $B_{0,0}$ 中第 0 列的下面 8 比特，第 40-47 比特为 $B_{1,0}$ 中第 0 列的下面 8 比特，第 48-55 比特为 $B_{42,0}$ 中第 0 列的下面 8 比特，第 56-63 比特为 $B_{43,0}$ 中第 0 列的下面 8 比特，以此类推进行符号输出。

符号调制器将交织器每次输出的 8 比特数据的第 1、3、5、7 比特映射成一个符号，第 2、4、6、8 比特映射成一个符号。

可以理解为，每一个数据块均为 16 行 16 列的数据阵列格式。在混合交织器的输出过程中，每 8 个数据比特为一个数据单元，则数据块具有 2×8 (2 行 16 列) 个数据单元。混合交织器每次输出一个数据单元至符号调制器中，符号调制器按预设映射规则对数据单元中的数据进行星座映射，并将数据单元中的数据映射为对应的符号。

请参照图 9，在一些实施例中，本申请实施例还提供用于上述数据发送方法的数据映射方法。图 9 左侧为混合交织器 3 的示意图，其中，每个小方格是大小为 16×16 的数据块；图 N 右侧数字为交织器 3 中数据输出时的索引。 $B_{x,y}$ 表示第 x 行第 y 列的数据块。

可以理解为，每一个数据块均为 16 行 16 列的数据阵列格式。在混合交织器的输出过程中，每 8 个数据比特为一个数据单元，则数据块具有 2×8 (2 行 16 列) 个数据单元。混合交织器每次输出一个数据单元至符号调制器中，符号调制器按预设映射规则对数据单元中的数据进行星座映射，并将数据单元中的数据映射为对应的符号。

其中，对第一后置交织数据和第二后置交织数据进行交织处理得到第一待调制数据，对第三后置交织数据和第四后置交织数据进行交织处理得到第二待调制数据包括：依次接收来自于第一后置交织区域、第二后置交织区域的比特数据，并按照预设顺序对比特数据进行排序以得到第一待调制数据；依次接收来自于第二后置交织区域、第四后置交织区域的比特数据，并按照预设顺序对比特数据进行排序以得到第二待调制数据。

第一后置交织区域存储有第一整形数据对应的第一后置交织数据（对应于调制符号数据的幅度位）；第二后置交织区域存储有与第一无整形数据对应的第一后置交织数据（对应于调制符号数据的符号位）；第三后置交织区域存储有与第二整形数据对应的第三后置交织数据（对应于调制符号数据的幅度位）；第四后置交织区域存储有与第二无整形数据对应的第四后置交织数据（对应于调制符号数据的符号位）。通过依次接收第一后置交织区域、第二后置交织区域中的数据，以得到完整的第一待调制数据；通过依次接收第三后置交织区域、第四后置交织区域中的数据，以得到完整的第二待调制数据。其中，第一待调制数据包括与第一源数据对应的幅度位、符号位，第二待调制数据包括与第二源数据对应的幅度位、符号位。可以理解为，通过 16QAM 映射的方式将第一待调制数据、第二待调制数据映射为调制符号数据。

混合交织器的数据输出顺序为：第 0-7 比特为 $B_{0,0}$ 中第 0 列的上面 8 比特，第 8-15 比特为 $B_{0,4}$ 中第 0 列的上面 8 比特，第 16-23 比特为 $B_{1,0}$ 中第 0 列的上面 8 比特，第 24-31 比特为 $B_{1,4}$ 中第 0 列的上面 8 比特，第 32-39 比特为 $B_{42,0}$ 中第 0 列的上面 8 比特，第 40-47 比特为 $B_{42,4}$ 中第 0 列的上面 8 比特，第 48-55 比特为 $B_{43,0}$ 中第 0 列的上面 8 比特，第 56-63 比特为 $B_{43,4}$ 中第 0 列的上面 8 比特，以此类推进行符号输出。

请一并参照图 9, 在一些实施例中, 对第一待调制数据和第二待调制数据调制处理, 并得到调制符号数据, 包括: 根据预设间隔对第一待调制数据进行数据抽取以得到待调制比特数据, 并对待调制比特数据进行星座映射以得到调制符号数据; 根据预设间隔对第二待调制数据进行数据抽取以得到对待调制比特数据, 并对待调制比特数据进行星座映射以得到调制符号数据。

符号调制器以混合交织器每次输出的 32 比特数据作为一个数据周期, 并从一个数据周期中等差抽取数据进行数据调制。例如, 以 7 个比特作为一个抽取周期, 每隔 7 个比特取 1 个比特进行星座映射。即第 0、8、16、24 比特映射成一个符号, 第 1、9、17、25 比特映射成一个符号, 以此类推。在其他实施例中, 根据数据交织的方式, 可对数据抽取的预设间隔进行适应性调整。

请一并再参照图 2B, 每 4 个数据比特映射为一个符号, 其中, 每 2 个数据比特映射表示一个星座点的实部或者虚部。即用于 16QAM 映射的待调制比特数据中有一半比特数据用于表示符号位, 另一半比特数据表示幅度位。表示幅度位的比特数据来源于经过概率整形的源数据, 表示符号位的比特数据来源于经过未经过概率整形的源数据及前向纠错编码处理所产生的校验数据。

本申请实施例第一方面所提供的数据发送方法, 通过对整形数据、无整形数据进行单独交织, 以保证数据按预设方式交织排布, 从而避免数据交织导致无法对信号进行整形增益的问题。

此外, 通过对第一前置交织数据和第二前置交织数据进行前向纠错编码处理得到第一校验数据, 将第二前置交织数据与第一校验数据进行后置交织处理并得到对应的第二后置交织数据, 以在待调制的数字中加入校验数据, 从而在发送的数据中加入带有信号本身特征的冗码, 以便于对数据传输所导致的数据误码进行纠正。由于通过概率整形的星座映射技术及固定的前向纠错技术对源数据进行处理, 使得数据具有较高数量适配性的同时, 可获得高性能。

第二方面, 请参阅图 10, 在一些实施例中, 数据接收方法, 包括: S710、获取调制符号数据; S720、对调制符号数据进行解映射处理得到第一解映射数据, 对第一解映射数据进行前置解交织处理得到第一解交织映射数据; S730、对第一解交织映射数据进行前向纠错译码处理得到第一译码数据; S740、对第一译码数据进行后置解交织处理得到第一整形数据、第一无整形数据、第一校验数据; S750、对第一整形数据进行解整形处理, 将解整形处理得到的数据与第一无整形数据、第一校验数据进行整合, 得到第一源数据。

通过符号解调制器对接收到的调制符号数据进行解映射处理以得到解映射数据; 通过前置解交织器对第一解映射数据进行前置解交织处理得到第一解交织映射数据; 通过前向纠错译码器对第一解映射数据进行前置解交织处理得到第一译码数据; 通过后置解交织器对第一译码数据进行后置解交织处理得到第一整形数据、第一无整形数据、第一校验数据; 通过解整形器对第一整形数据进行解整形处理, 数据接收器将解整形处理得到的数据与第一无整形数据、第一校验数据进行整合, 得到第一源数据。

通过前置解交织器、后置解交织器对数据分别进行解交织处理, 并通过前向纠错译码器对第一解映射数据中错误字码进行纠正, 从而避免数据传输通道导致数据中引入错误字码, 以还原完整的第一源数据。

请参照图 11, 在一些实施例中, S730、对第一解映射数据进行前置解交织处理得到第一解交织映射数据, 包括: S731、将第一解交织映射数据中的整形映射数据进行解交织处理并存储于前置解交织器的第一区域; S732、将第一解交织映射数据中的无整形映射数据进行解交织处理并存储于前置解交织器的第二区域。

按预设划分规则对前置解交织器的存储区域进行区域划分, 以划分出第一区域、第二区域。第一区域被设置成存储第一解交织映射数据中的整形映射数据; 第二区域被设置成存储第一解交织映射数据中的无整形映射数据。可以理解为, 按照预设交织规则对接收到的第一解映射数据中不同部分分别进行解交织处理, 并存储至前置解交织器的对应区域中。

请参照图 12, 在一些实施例中, S740、对第一译码数据进行后置解交织处理得到第一整形数据、第一无整形数据、第一校验数据, 包括: S741、将对第一译码数据进行后置解交织处理得到的第一整形数据存储于后置解交织器的第一区域; S742、将对第一译码数据进行后置解交织处理得到的第一无整形数据、第一校验数据存储于后置解交织器的第一区域。

通过后置解交织器对第一译码数据进行后置解交织处理, 并将得到的第一整形数据存储于后置解交

织器的第一区域;通过后置解交织器对第一译码数据进行后置解交织处理,并将得到的第一无整形数据、第一校验数据存储于后置解交织器的第一区域。

其中,步骤 S741 及步骤 S742 的处理过程可并行处理或者选择其中一个步骤优先处理。例如,对第一译码数据进行后置解交织处理并存储至后置解交织器的第一区域,当完全获取第一整形数据后,开始对第一译码数据中与第一无整形数据、第一校验数据相对应部分的数据进行后置解交织处理。

请参照图 13,在一些实施例,符号解调器接收到的调制符号数据由两路源数据调制处理而成。数据接收方法,还包括:S711、对解映射数据进行解交织处理得到第二解映射数据;对第二解映射数据进行前置解交织处理得到第二解交织映射数据;S712、对第二解交织映射数据进行前向纠错译码处理得到第二译码数据;S713、对第二译码数据进行后置解交织处理得到第二整形数据、第二无整形数据、第二校验数据;S714、对第二整形数据进行解整形处理,并解整形处理得到的数据与第二无整形数据、第二校验数据进行整合,得到第二源数据。

通过对解交织器对解映射数据进行解交织处理得到第一解映射数据和\或第二解映射数据;通过前置解交织器对第二解映射数据进行前置解交织处理得到第二解交织映射数据;通过前向纠错译码器对第二解交织映射数据进行前向纠错译码处理得到第二译码数据;通过后置解交织器对第二译码数据进行后置解交织处理得到第二整形数据、第二无整形数据、第二校验数据;通过解整形器对第二整形数据进行解整形处理;通过数据接收器对解整形处理得到的数据与第二无整形数据、第二校验数据进行整合,得到第二源数据。通过解交织器对解映射数据进行解交织处理,以得到与第一源数据对应的第一解映射数据、与第二源数据对应的第二解映射数据。

通过第一解映射数据、第二解映射数据分别执行后续处理步骤,以获得完整第一源数据、第二源数据。

第二方案,本申请实施例提供的的数据接收方法,通过前置解交织器、后置解交织器对数据分别进行解交织处理,并通过前向纠错译码器对第一解映射数据中错误字码进行纠正,从而避免数据传输通道导致数据中引入错误字码,以还原完整的第一源数据。

当符号解调器接收到的调制符号数据由两路源数据调制处理而成,通过对解交织器对解映射数据进行解交织处理得到第一解映射数据和\或第二解映射数据,并根据第一解映射数据和\或第二解映射数据分别得到第一源数据和\或第二源数据,从而高效、快速地处理接收到的数据。

第三方面,请参照图 14,在一些实施例,数据发送终端,包括:第一源数据模块 110,被设置成产生第一源数据;第一概率整形器 120,与第一源数据模块 110 通信连接,被设置成对部分第一源数据进行概率整形处理,并得到第一整形数据、第一无整形数据;第一前置交织器 130,与第一概率整形器 120 通信连接,被设置成对第一整形数据进行前置交织处理并得到第一前置交织数据,对第一无整形数据进行前置交织处理得到第二前置交织数据;第一前向纠错编码器 140,与第一前置交织器 130 通信连接,被设置成对第一前置交织数据和第二前置交织数据进行前向纠错编码处理得到第一校验数据;第一后置交织器 150,与第一前向纠错编码器 140 通信连接,被设置成对第一前置交织数据进行后置交织处理得到第一后置交织数据,对第二前置交织数据和第一校验数据进行后置交织处理得到第二后置交织数据;符号调制器 160,被设置成对第一后置交织数据和第二后置交织数据进行调制处理,并得到调制符号数据。

通过第一前置交织器 130 对第一整形数据、第一无整形数据分别进行前置交织处理,并分别生成对应的第一前置交织数据、第二前置交织数据,以避免经过概率整形的数据与未经过概率整形的数据相互交织,而导致数据交织混乱,使得无法对应交织后的数据进行正确的调制映射处理。通过第一前置交织器 130 对整形数据、无整形数据进行单独交织,以保证数据按预设方式交织排布,从而避免数据交织导致无法对信号进行整形增益的问题。

通过第一后置交织器 150 对第一前置交织数据、第二前置交织数据及第一校验数据进行单独交织,从而避免在交织过程中,由于整形数据与无整形数据相互交织,而导致无法对源数据进行整形增益或整形增益效果不佳。

在一些实施例,第一前置交织器 130 包括:第一前置交织区域、第二前置交织区域;第一前置交织区域被设置成存储第一前置交织数据,第二前置交织区域被设置成存储第二前置交织数据;第一后置

交织器 150 包括第一后置交织区域、第二后置交织区域；第一后置交织区域被设置成存储第一后置交织数据，第二后置交织区域被设置成存储第二后置交织数据。

请参照图 15，在一些实施例中，数据发送终端至少包括两路源数据输入。数据发送终端，还包括：第二源数据模块 210，第二源数据模块 210 被设置成产生第二源数据；第二概率整形器 220，与第二源数据模块 210 通信连接，被设置成对部分第二源数据进行概率整形处理，并得到第二整形数据、第二无整形数据；第二前置交织器 230，与第二概率整形器 220 通信连接，被设置成对第二整形数据进行前置交织处理并得到第三前置交织数据，对第二无整形数据进行前置交织处理得到第四前置交织数据；第二前向纠错编码器 240，与第二前置交织器 230 通信连接，被设置成对第三前置交织数据和第四前置交织数据进行前向纠错编码处理得到第二校验数据；第二后置交织器 250，与第二前向纠错编码器 240 通信连接，被设置成对第三前置交织数据进行后置交织处理得到第三后置交织数据，对第四前置交织数据和第二校验数据进行后置交织处理得到第四后置交织数据。混合交织器 170，与第一后置交织器 150、第二后置交织器 250 通信连接，对第一后置交织数据、第三后置交织数据进行交织处理并得到第一待调制数据，对第二后置交织数据、第四后置交织数据进行交织处理并得到第二待调制数据，第一待调制数据存储于混合交织器 170 的第一混合交织区域，第二待调制数据存储于混合交织器 170 的第二混合交织区域；其中，符号调制器 160 对第一待调制数据、第二待调制数据进行调制处理，并得到调制符号数据。

其中，第一前置交织器 130 和第二前置交织数据的数据器的数据存储量大小为 3552 比特，而产生的第一校验数据的数据量大小为 544 比特。第一前置交织数据、第二前置交织数据及第一校验数据的总数据量大小为 4096 ($=3552+544$) 比特；第三前置交织数据、第四前置交织数据及第二校验数据的总数据量大小为 4096 ($=3552+544$) 比特。

通过对 21 组第一后置交织数据、21 组第二后置交织数据、21 组第三后置交织数据、21 组第四后置交织数据进行混合交织处理，并存储于混合交织器 170 中。混合交织器 170 的数据存储量为 1344 行 128 列的混合交织器 170 (总数据存储量为 172032 比特)，其中，左边 64 列存储经过概率整形的数据 (第一后置交织数据、第三后置交织数据)，右边 64 列存储未经过概率整形的数据 (第二后置交织数据、第四后置交织数据)。

在一些实施例中，第一前置交织器 130 包括：第一前置交织区域、第二前置交织区域；第一前置交织区域被设置成存储第一前置交织数据，第二前置交织区域被设置成存储第二前置交织数据；第二前置交织器 230 包括：第三前置交织区域、第四前置交织区域；第三前置交织区域被设置成存储第三前置交织数据，第四前置交织区域被设置成存储第四前置交织数据。

前置交织器将经由对第一整形数据进行前置交织处理，并所得到的第一前置交织数据按照预设的交织序列存储于前置交织器的第一前置交织区域；前置交织器将经由对第一无整形数据进行前置交织处理，并将所得到的第二前置交织数据按照预设的交织序列存储于前置交织器的第二前置交织区域。其中，通过第一整形数据及第一无整形数据分别同时进行前置交织处理，并将得到的数据存储于前置交织器中的对应缓存区域。

在一些实施例中，第一概率整形器 120，包括：第一概率整形分布匹配器 121，被设置成对部分第一源数据进行整形处理，并得到第一整形数据；第一数据缓存器 122，与第一源数据模块 110 通信连接，被设置成存储第一无整形数据；第二概率整形器 220，包括：第二概率整形分布匹配器 221，被设置成对部分第二源数据进行整形处理，并得到第二整形数据；第二数据缓存器 222，与第二源数据模块 210 通信连接，被设置成存储第二无整形数据。

在一些实施例中，第一前向纠错编码器 140 和/或第二前向纠错编码器 240 为 OFEC 编码器。根据数据传输环境或数据类型，可选择不同的前向纠错编码器以对交织数据进行编码处理。其中，OFEC 编码器可以理解为用于执行转发纠错技术的信号处理器件。OFEC 编码包括两级纠错处理，第一级是 IntroPacket (包内纠错)，第二级是 Extrapacket (包外纠错)。

故，本申请实施例第三方面所提供的数据发送终端，通过预设置的数据发送终端对源数据进行交织处理及、编码处理及调制处理，以便于对源数据进行快速处理，使得数据具有较高数量适配性的同时，可获得高性能。

请参照图 16，在一些实施例中，数据接收终端，包括：符号解调器 360，被设置成对调制符号数据

进行解映射处理并得到第一解映射数据；第一前置解交织器 350，被设置成对第一解映射数据进行前置解交织处理得到第一解交织映射数据；第一前向纠错译码器 340，被设置成对第一解交织映射数据进行前向纠错译码处理得到第一译码数据；第一后置解交织器 330，被设置成对第一译码数据进行后置解交织处理得到第一整形数据、第一无整形数据、第一校验数据；第一概率解整形器 320，被设置成对第一整形数据进行解整形处理并将生成的数据传输至第一数据接收器 310；第一数据接收器 310，被设置成对来自第一概率解整形器 320 的数据与第一无整形数据、第一校验数据进行整合，得到第一源数据。

可以理解为，通过符号解调器 360 对接收第一调制符号数据，并对第一调制符号数据进行解映射处理以得到第一解映射数据；通过第一前置解交织器 350 对第一解映射数据进行前置解交织处理得到第一解交织映射数据；通过第一前向纠错译码器 340 对第一解映射数据进行前置解交织处理得到第一译码数据；通过第一后置解交织器 330 对第一译码数据进行后置解交织处理得到第一整形数据、第一无整形数据、第一校验数据；通过解整形器对第一整形数据进行解整形处理，数据接收器将解整形处理得到的数据与第一无整形数据、第一校验数据进行整合，得到第一源数据。

通过第一前置解交织器 350、第一后置解交织器 330 对待解交织数据分别进行解交织处理，并通过前向纠错译码器对第一解映射数据中错误字码进行纠正，从而避免数据传输通道导致数据中引入错误字码，以还原完整的第一源数据。

请参照图 17，在一些实施例中，符号解调器 360 所接收的符号调制数据为两路源数据调制处理所得。数据接收终端，包括：混合解交织器 370，被设置成对解映射数据进行解交织处理并得到第一解映射数据、第二解映射数据。

通过混合解交织器 370 对解映射数据进行解交织处理以分别得到第一解映射数据、第二解映射数据，并分别发送至对应的数据处理链路中。

在一些实施例中，数据接收终端，包括：第二前置解交织器 450，被设置成对第二解映射数据进行前置解交织处理得到第二解交织映射数据；第二前向纠错译码器 440，被设置成对第二解交织映射数据进行前向纠错译码处理得到第二译码数据；第二后置解交织器 430，被设置成对第二译码数据进行后置解交织处理得到第二整形数据、第二无整形数据、第二校验数据；第二概率解整形器 420，被设置成对第二整形数据进行解整形处理并将生成的数据传输至第二数据接收器 410；第二数据接收器 410，被设置成对来自第二概率解整形器 420 的数据与第二无整形数据、第二校验数据进行整合，得到第二源数据。

通过对混合解交织器 370 对解映射数据进行解交织处理得到第一解映射数据和\或第二解映射数据；通过前置解交织器对第二解映射数据进行前置解交织处理得到第二解交织映射数据；通过前向纠错译码器对第二解交织映射数据进行前向纠错译码处理得到第二译码数据；通过后置解交织器对第二译码数据进行后置解交织处理得到第二整形数据、第二无整形数据、第二校验数据；通过解整形器对第二整形数据进行解整形处理；通过数据接收器对解整形处理得到的数据与第二无整形数据、第二校验数据进行整合，得到第二源数据。通过解交织器对解映射数据进行解交织处理，以得到与第一源数据对应的第一解映射数据、与第二源数据对应的第二解映射数据。

请参照图 17，在一些实施例中，第一概率解整形器 320，包括：第一概率整形分布解匹配器 321，被设置成对第一整形数据进行解整形处理；第三数据存储器 322，被设置成存储第一无整形数据、第一校验数据。第二概率解整形器 420，包括：第二概率整形分布解匹配器 421，被设置成对第二整形数据进行解整形处理；第四数据存储器 422，被设置成存储第二无整形数据、第二校验数据。

在一些实施例中，第一前向纠错译码器 340 和\或第二前向纠错译码器 440 为 OFEC 译码器。根据前向纠错编码类型，可选择不同的前向纠错编码器以对交织数据进行编码处理。

故，本申请实施例第四方面所提供的的数据接收终端，通过预设置的数据接收架构对接收到的调制符号数据进行解交织及解码处理，以还原从信道所接收到的调制符号数据并得到源数据。

第五方面，在一些实施例中，数据通信系统，包括上述任一实施例的数据发送终端和\或上述任一实施例的数据接收终端。

通过上述数据发送终端、数据接收终端及设置于两者之间的数据传输通道以构成完整数据系统。系统通过结合概率整形与前向纠错编解码以优化光传输系统的传输性能。通过预设系统的传输可灵活调整系统的净信息速率，增大系统的 OSNR 容限，提升信号传输距离。

第六方面，在一些实施例中，电子设备，包括：存储器，其上存储有计算机程序；处理器，用于执行存储器中的计算机程序，以实现上述任一实施例的数据发送方法的步骤；和\或实现上述任一实施例的数据接收方法的步骤。

第七方面，在一些实施例中，计算机可读存储介质，存储有计算机可执行指令，计算机可执行指令用于：

执行上述任一实施例的数据发送方法；

和\或，

执行上述任一实施例的数据接收方法。

第八方面，在一些实施例中，数据通信方法包括第一方面中任一实施例的数据发送方法；和\或第二方面中任一实施例中的数据接收方法。

本申请实施例：通过本申请实施例的数据处理方法，可使得信号交织的过程中，信号按预设方式排布，以保证信号可进行整形增益，优化提高光通信系统的传输性能。

以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，其中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，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

本领域普通技术人员可以理解，上文中所公开方法中的全部或某些步骤、系统可以被实施为软件、固件、硬件及其适当的组合。某些物理组件或所有物理组件可以被实施为由处理器，如中央处理器、数字信号处理器或微处理器执行的软件，或者被实施为硬件，或者被实施为集成电路，如专用集成电路。这样的软件可以分布在计算机可读介质上，计算机可读介质可以包括计算机存储介质（或非暂时性介质）和通信介质（或暂时性介质）。如本领域普通技术人员公知的，术语计算机存储介质包括在用于存储信息（诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据）的任何方法或技术中实施的易失性和非易失性、可移除和不可移除介质。计算机存储介质包括但不限于 RAM、ROM、EEPROM、闪存或其他存储器技术、CD-ROM、数字多功能盘（DVD）或其他光盘存储、磁金、磁带、磁盘存储或其他磁存储装置、或者可以用于存储期望的信息并且可以被计算机访问的任何其他的介质。此外，本领域普通技术人员公知的是，通信介质通常包含计算机可读指令、数据结构、程序模块或者诸如载波或其他传输机制之类的调制数据信号中的其他数据，并且可包括任何信息递送介质。

以上是对本申请的一些实施进行了具体说明，但本申请并不局限于上述实施方式，熟悉本领域的技术人员在不违背本申请范围的前提下还可作出种种的等同变形或替换，这些等同的变形或替换均包含在本申请权利要求所限定的范围内。

权利要求书

1. 数据发送方法, 包括:
获取待发送的第一源数据;
对部分所述第一源数据进行概率整形处理, 并得到第一整形数据、第一无整形数据;
对所述第一整形数据进行前置交织处理得到第一前置交织数据, 对所述第一无整形数据进行前置交织处理得到第二前置交织数据;
对所述第一前置交织数据和所述第二前置交织数据进行前向纠错编码处理得到第一校验数据;
对所述第一前置交织数据进行后置交织处理得到第一后置交织数据, 对所述第二前置交织数据和所述第一校验数据进行后置交织处理得到第二后置交织数据;
对所述第一后置交织数据和所述第二后置交织数据进行调制处理, 并得到调制符号数据。
2. 根据权利要求 1 所述的数据发送方法, 其中, 所述对所述第一整形数据进行前置交织处理得到第一前置交织数据, 对所述第一无整形数据进行前置交织处理得到第二前置交织数据, 包括:
利用前置交织器对所述第一整形数据进行前置交织处理进行交织处理, 并将得到的所述第一前置交织数据存储于前置交织器的第一前置交织区域;
利用前置交织器对所述第一无整形数据进行前置交织处理进行交织处理, 并将得到的所述第二前置交织数据存储于前置交织器的第二前置交织区域。
3. 根据权利要求 1 所述的数据发送方法, 其中, 所述对所述第一前置交织数据进行后置交织处理得到第一后置交织数据, 对所述第二前置交织数据和所述第一校验数据进行后置交织处理得到第二后置交织数据, 包括:
利用后置交织器对所述第一前置交织数据进行后置交织处理, 并将得到的所述第一后置交织数据存储于所述后置交织器的第一后置交织区域;
利用后置交织器对所述第二前置交织数据和所述第一校验数据进行后置交织处理, 并将得到的所述第二后置交织数据存储于所述后置交织器的第二后置交织区域。
4. 根据权利要求 1 所述的数据发送方法, 其中, 所述对所述第一前置交织数据进行后置交织处理得到第一后置交织数据, 对所述第二前置交织数据和所述第一校验数据进行后置交织处理得到第二后置交织数据, 包括:
将所述第一前置交织数据按照预设划分规则划分为多个数据块, 对所述多个数据块进行后置交织处理, 得到的所述第一后置交织数据;
将所述第二前置交织数据、所述第一校验数据按照预设划分规则划分为多个数据块, 对所述多个数据块进行后置交织处理, 得到的所述第二后置交织数据。
5. 根据权利要求 1 至 4 任一项所述的数据发送方法, 其中, 所述对部分所述第一源数据进行概率整形处理, 并得到第一整形数据、第一无整形数据, 包括:
获取调制处理参数以及前向纠错编码参数、概率整形信息;
根据所述调制处理参数以及所述前向纠错编码参数确定所述第一源数据的单位数据量及所述单位数据量中的待整形数据量;
根据概率整形信息和待整形数据量对所述部分源数据进行概率整形处理, 并得到第一整形数据、第一无整形数据。
6. 根据权利要求 5 所述的数据发送方法, 其中, 所述对所述第一后置交织数据和所述第二后置交织数据进行调制处理, 并得到调制符号数据, 包括:
根据预设符号映射规则对所述第一后置交织数据和所述第二后置交织数据进行调制处理得到所述调制符号数据;
其中, 所述预设符号映射规则包括: 所述第一后置交织数据对应于所述调制符号数据的幅度位, 所述第二后置交织数据对应于所述调制符号数据的符号位。
7. 根据权利要求 1 所述的数据发送方法, 还包括:
获取待发送的第二源数据;
对所述第二源数据进行部分概率整形处理, 并得到第二整形数据、第二无整形数据;

对所述第二整形数据进行前置交织处理得到第三前置交织数据,对所述第二无整形数据进行前置交织处理得到第四前置交织数据;

对所述第三前置交织数据、所述第四前置交织数据进行前向纠错编码处理得到第二校验数据;

对所述第三前置交织数据进行后置交织处理得到第三后置交织数据,对所述第四前置交织数据和所述第二校验数据进行后置交织处理得到第四后置交织数据;

对所述第一后置交织数据和所述第二后置交织数据进行交织处理得到第一待调制数据,对所述第三后置交织数据和所述第四后置交织数据进行交织处理得到第二待调制数据;

对所述第一待调制数据和所述第二待调制数据调制处理,并得到所述调制符号数据。

8. 根据权利要求7所述的数据发送方法,其中,所述对所述第一后置交织数据和所述第二后置交织数据进行交织处理得到第一待调制数据,包括:

依次接收来自于所述第一后置交织区域、第二后置交织区域的比特数据,并按照预设顺序对所述比特数据进行排序以得到所述第一待调制数据;

所述对所述第一待调制数据和所述第二待调制数据调制处理,并得到所述调制符号数据,包括:

根据预设间隔对所述第一待调制数据进行数据抽取以得到待调制比特数据,并对所述待调制比特数据进行星座映射以得到所述调制符号数据。

9. 数据接收方法,包括:

获取调制符号数据;

对所述调制符号数据进行解映射处理得到第一解映射数据,对所述第一解映射数据进行前置解交织处理得到第一解交织映射数据;

对所述第一解交织映射数据进行前向纠错译码处理得到第一译码数据;

对所述第一译码数据进行后置解交织处理得到第一整形数据、第一无整形数据、第一校验数据;

对所述第一整形数据进行解整形处理,将解整形处理得到的数据与所述第一无整形数据、所述第一校验数据进行整合,得到第一源数据。

10. 根据权利要求9所述的数据接收方法,其中,对所述第一解映射数据进行前置解交织处理得到第一解交织映射数据,包括:

将所述第一解交织映射数据中的整形映射数据进行解交织处理并存储于前置解交织器的第一区域;

将所述第一解交织映射数据中的无整形映射数据进行解交织处理并存储于前置解交织器的第二区域;

所述对所述第一译码数据进行后置解交织处理得到第一整形数据、第一无整形数据、第一校验数据,包括:

将对所述第一译码数据进行后置解交织处理得到的所述第一整形数据存储于后置解交织器的第一区域;

将对所述第一译码数据进行后置解交织处理得到的所述第一无整形数据、所述第一校验数据存储于后置解交织器的第二区域。

11. 根据权利要求9所述的数据接收方法,还包括:

对所述解映射数据进行解交织处理得到第二解映射数据;

对所述第二解映射数据进行前置解交织处理得到第二解交织映射数据;

对所述第二解交织映射数据进行前向纠错译码处理得到第二译码数据;

对所述第二译码数据进行后置解交织处理得到第二整形数据、第二无整形数据、第二校验数据;

对所述第二整形数据进行解整形处理,并解整形处理得到的数据与所述第二无整形数据、所述第二校验数据进行整合,得到第二源数据。

12. 数据发送终端,包括:

第一源数据模块,被设置成产生第一源数据;

第一概率整形器,与所述第一源数据模块通信连接,被设置成对部分所述第一源数据进行概率整形处理,并得到第一整形数据、第一无整形数据;

第一前置交织器,与所述第一概率整形器通信连接,被设置成对所述第一整形数据进行前置交织处理并得到第一前置交织数据,对所述第一无整形数据进行前置交织处理得到第二前置交织数据;

第一前向纠错编码器，与所述第一前置交织器通信连接，被设置成对所述第一前置交织数据和所述第二前置交织数据进行前向纠错编码处理得到第一校验数据；

第一后置交织器，与所述第一前向纠错编码器通信连接，被设置成对所述第一前置交织数据进行后置交织处理得到第一后置交织数据，对所述第二前置交织数据和所述第一校验数据进行后置交织处理得到第二后置交织数据；

符号调制器，被设置成对所述第一后置交织数据和所述第二后置交织数据进行调制处理，并得到调制符号数据。

13. 根据权利要求12所述的数据发送终端，其中，所述第一前置交织器包括：第一前置交织区域、第二前置交织区域；

所述第一前置交织区域被设置成存储所述第一前置交织数据，所述第二前置交织区域被设置成存储所述第二前置交织数据；

所述第一后置交织器包括第一后置交织区域、第二后置交织区域；

所述第一后置交织区域被设置成存储所述第一后置交织数据，所述第二后置交织区域被设置成存储所述第二后置交织数据。

14. 根据权利要求13所述的数据发送终端，其中，还包括：

第二源数据模块，所述第二源数据模块被设置成产生第二源数据；

第二概率整形器，与所述第二源数据模块通信连接，被设置成对部分所述第二源数据进行概率整形处理，并得到第二整形数据、第二无整形数据；

第二前置交织器，与所述第二概率整形器通信连接，被设置成对所述第二整形数据进行前置交织处理并得到第三前置交织数据，对所述第二无整形数据进行前置交织处理得到第四前置交织数据；

第二前向纠错编码器，与所述第二前置交织器通信连接，被设置成对所述第三前置交织数据和所述第四前置交织数据进行前向纠错编码处理得到第二校验数据；

第二后置交织器，与所述第二前向纠错编码器通信连接，被设置成对所述第三前置交织数据进行后置交织处理得到第三后置交织数据，对所述第四前置交织数据和所述第二校验数据进行后置交织处理得到第四后置交织数据；

混合交织器，与所述第一后置交织器、第二后置交织器通信连接，对所述第一后置交织数据、所述第三后置交织数据进行交织处理并得到第一待调制数据，对所述第二后置交织数据、所述第四后置交织数据进行交织处理并得到第二待调制数据，所述第一待调制数据存储于所述混合交织器的第一混合交织区域，所述第二待调制数据存储于所述混合交织器的第二混合交织区域；

其中，所述符号调制器对所述第一待调制数据、所述第二待调制数据进行调制处理，并得到所述调制符号数据。

15. 根据权利要求13所述的数据发送终端，其中，所述第一前置交织器包括：第一前置交织区域、第二前置交织区域；

所述第一前置交织区域被设置成存储所述第一前置交织数据，所述第二前置交织区域被设置成存储所述第二前置交织数据；

所述第二前置交织器包括：第三前置交织区域、第四前置交织区域；

所述第三前置交织区域被设置成存储所述第三前置交织数据，所述第四前置交织区域被设置成存储所述第四前置交织数据。

16. 根据权利要求14所述的数据发送终端，其中，所述第一概率整形器，包括：

第一概率整形分布匹配器，被设置成对部分所述第一源数据进行整形处理，并得到所述第一整形数据；

第一数据缓存器，与所述第一源数据模块通信连接，被设置成存储所述第一无整形数据；

所述第二概率整形器，包括：

第二概率整形分布匹配器，被设置成对部分所述第二源数据进行整形处理，并得到所述第二整形数据；

第二数据缓存器，与所述第二源数据模块通信连接，被设置成存储所述第二无整形数据。

17. 数据接收终端, 包括:

符号解调器, 被设置成对调制符号数据进行解映射处理并得到第一解映射数据;

第一前置解交织器, 被设置成对所述第一解映射数据进行前置解交织处理得到第一解交织映射数据;

第一前向纠错译码器, 被设置成对所述第一解交织映射数据进行前向纠错译码处理得到第一译码数据;

第一后置解交织器, 被设置成对所述第一译码数据进行后置解交织处理得到第一整形数据、第一无整形数据、第一校验数据;

第一概率解整形器, 被设置成对所述第一整形数据进行解整形处理并将生成的数据传输至第一数据接收器;

所述第一数据接收器, 被设置成对来自所述第一概率解整形器的数据与所述第一无整形数据、所述第一校验数据进行整合, 得到第一源数据。

18. 根据权利要求 17 所述的数据接收终端, 还包括:

解交织器, 被设置成对所述解映射数据进行解交织处理并得到第一解映射数据、第二解映射数据;

第二前置解交织器, 被设置成对所述第二解映射数据进行前置解交织处理得到第二解交织映射数据;

第二前向纠错译码器, 被设置成对所述第二解交织映射数据进行前向纠错译码处理得到第二译码数据;

第二后置解交织器, 被设置成对所述第二译码数据进行后置解交织处理得到第二整形数据、第二无整形数据、第二校验数据;

第二概率解整形器, 被设置成对所述第二整形数据进行解整形处理并将生成的数据传输至第二数据接收器;

所述第二数据接收器, 被设置成对来自所述第二概率解整形器的数据与所述第二无整形数据、所述第二校验数据进行整合, 得到第二源数据。

19. 数据通信系统, 包括如权利要求 12 至 16 任一项所述的数据发送终端和\或如权利要求 17 至 18 任一项所述的数据接收终端。

20. 电子设备, 包括: 存储器, 其上存储有计算机程序; 处理器, 用于执行所述存储器中的所述计算机程序, 以实现:

如权利要求 1 至 8 中任一项所述的数据发送方法;

和\或,

如权利要求 9 至 11 中任一项所述的数据接收方法。

21. 计算机可读存储介质, 存储有计算机可执行指令, 所述计算机可执行指令用于:

执行如权利要求 1 至 8 中任一项所述的数据发送方法;

和\或,

执行如权利要求 9 至 11 中任一项所述的数据接收方法。

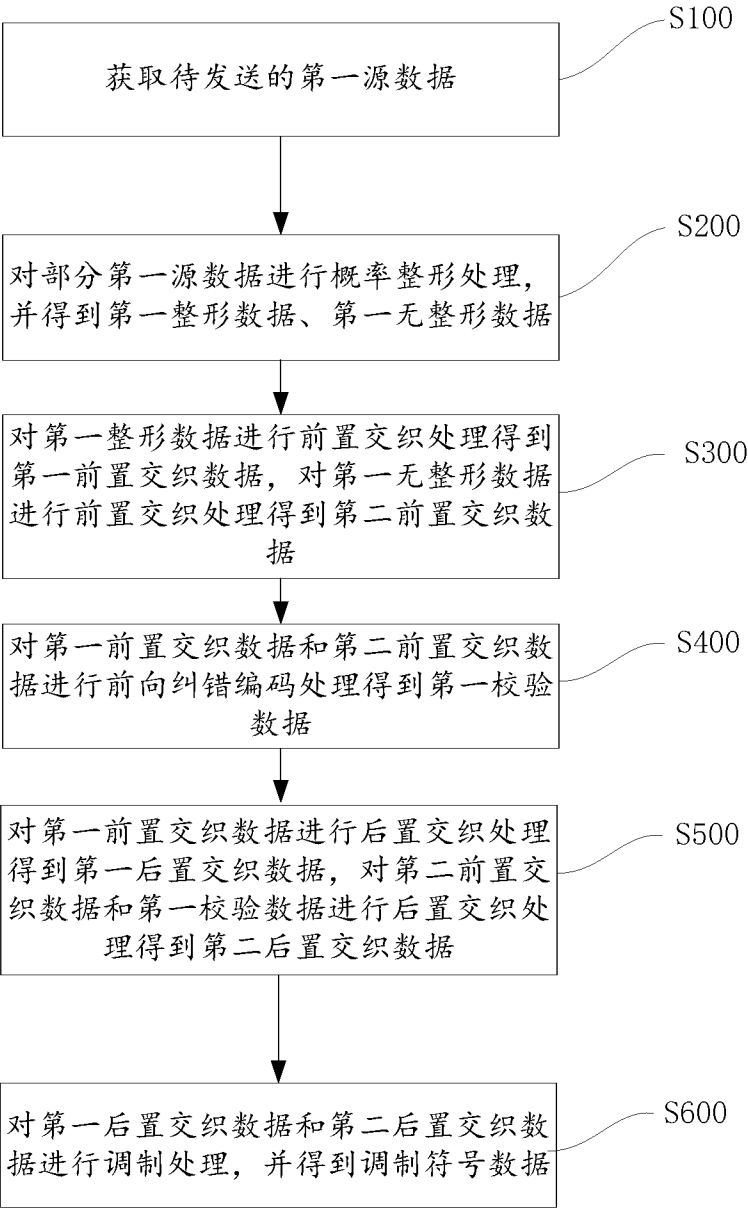


图 1

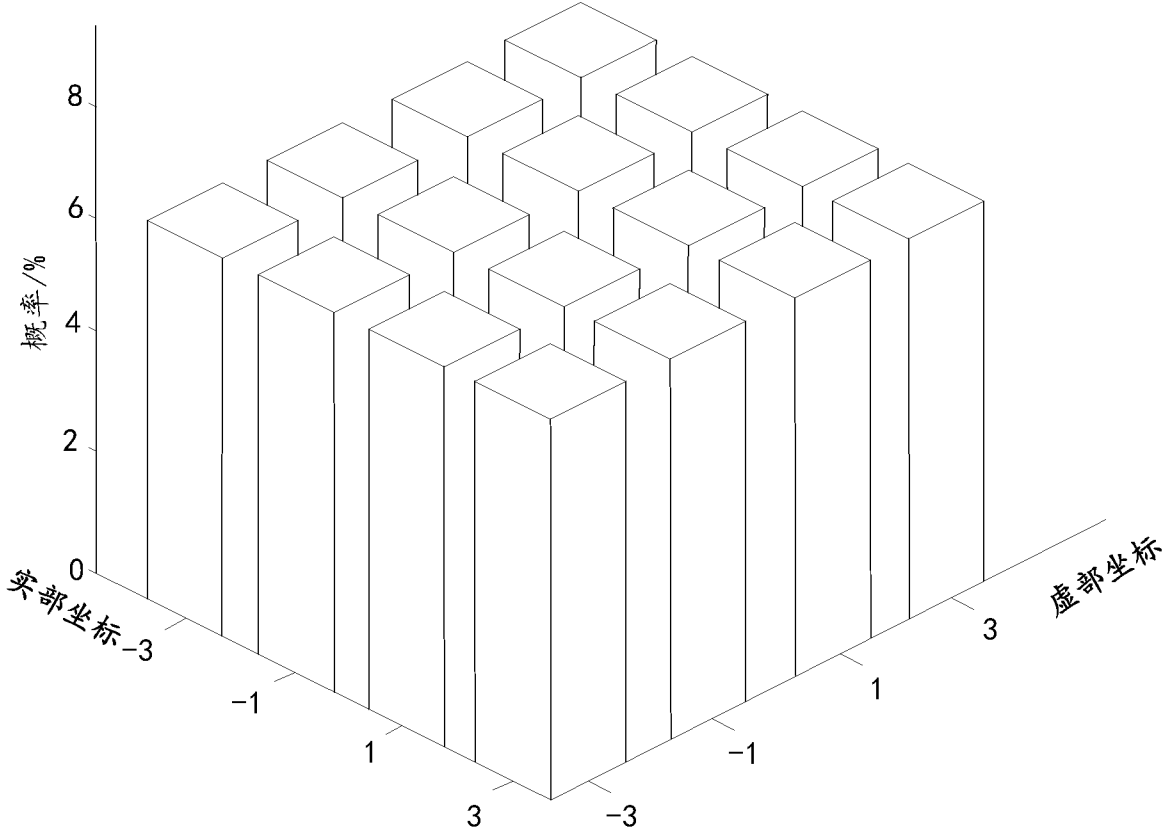


图 2A

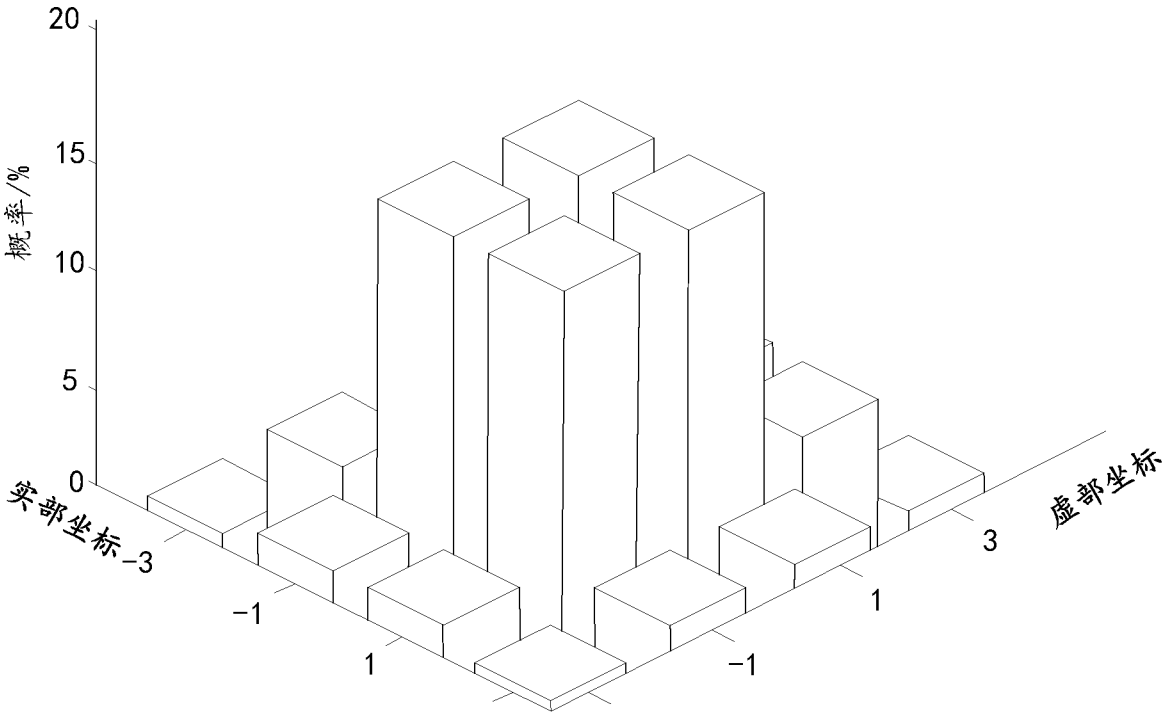


图 2B

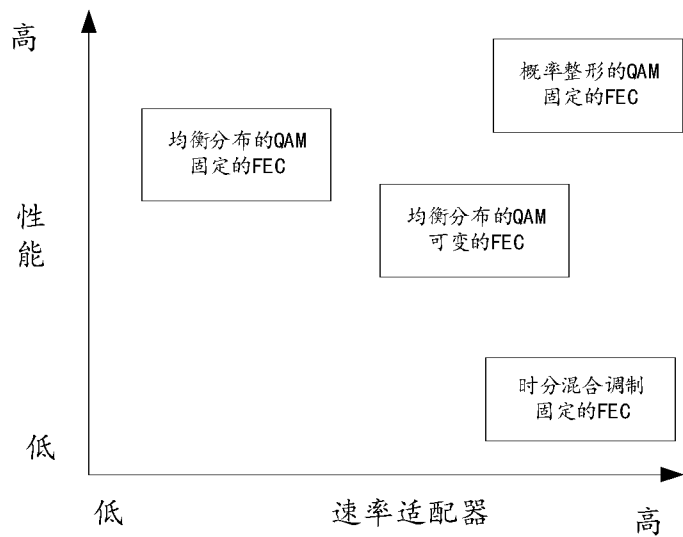


图 3

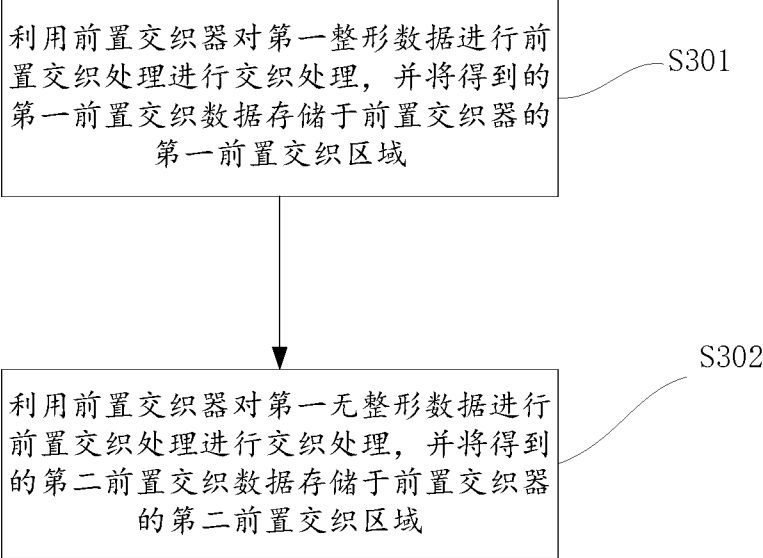


图 4

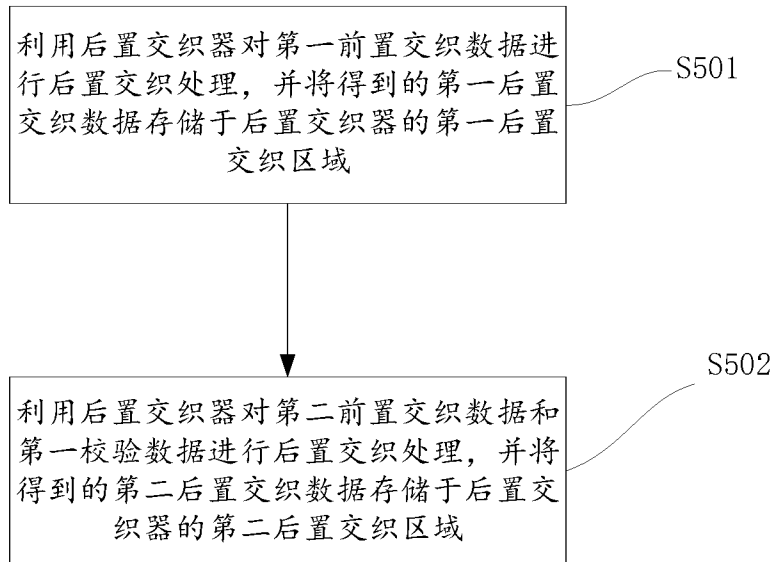


图 5

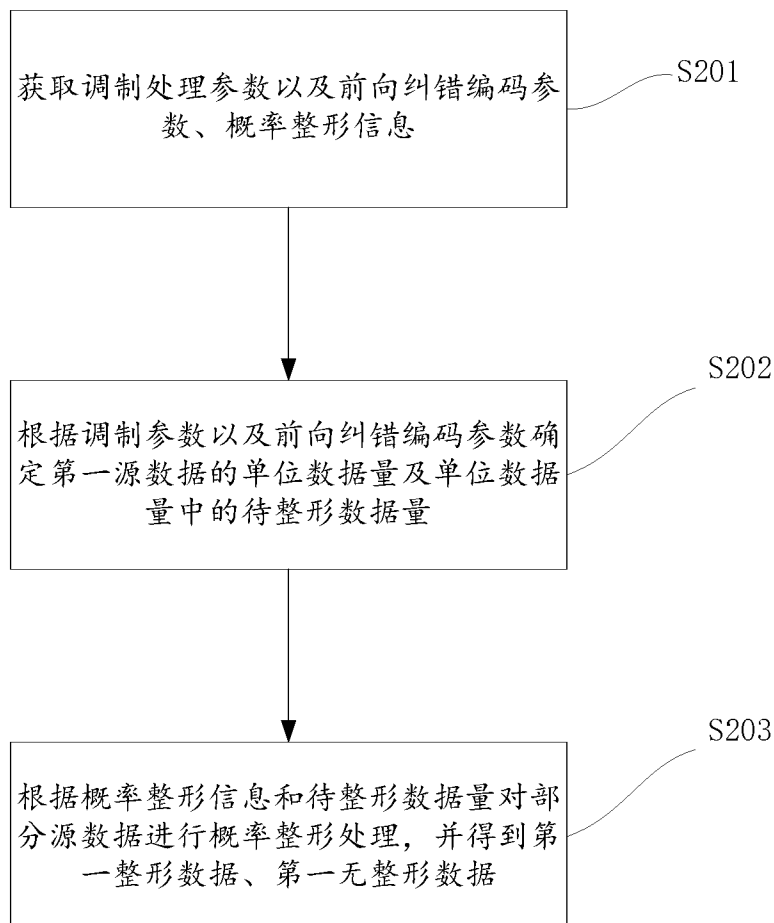


图 6

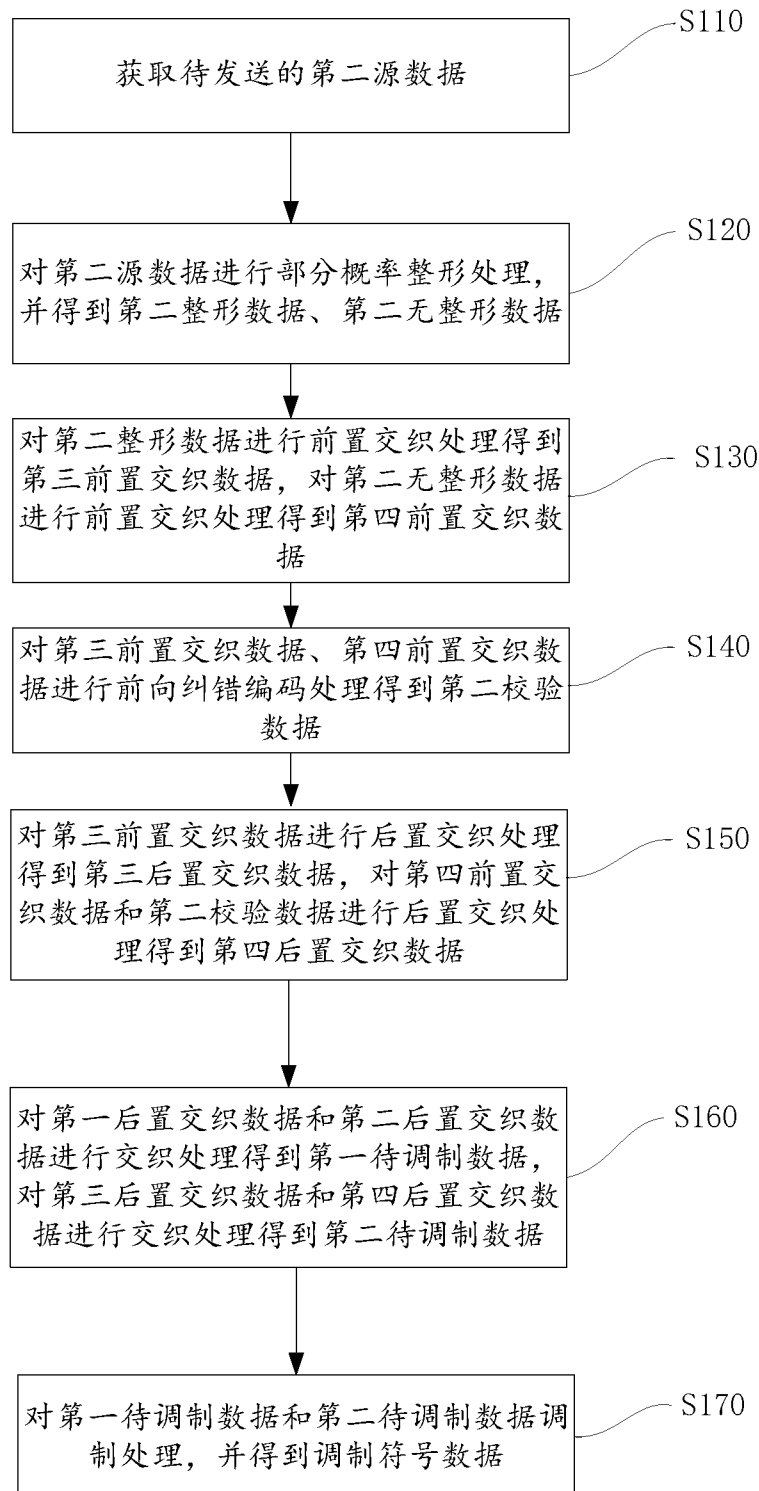


图 7

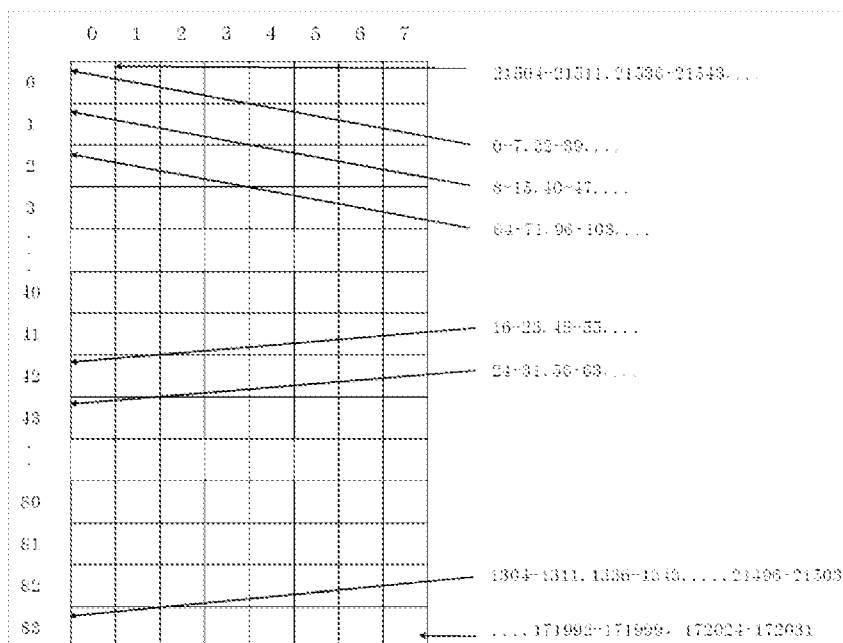


图 8

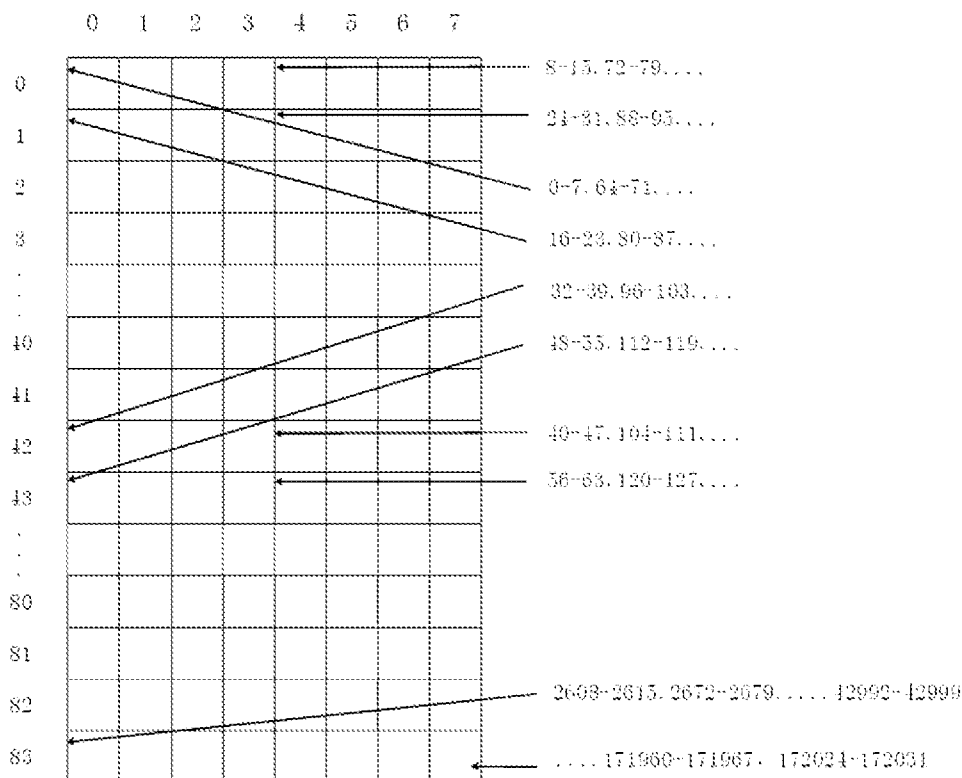
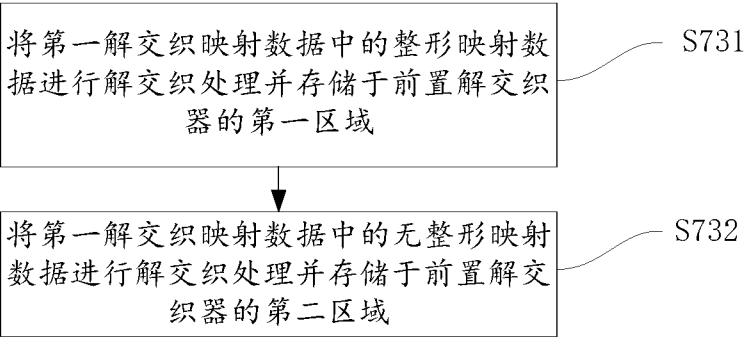
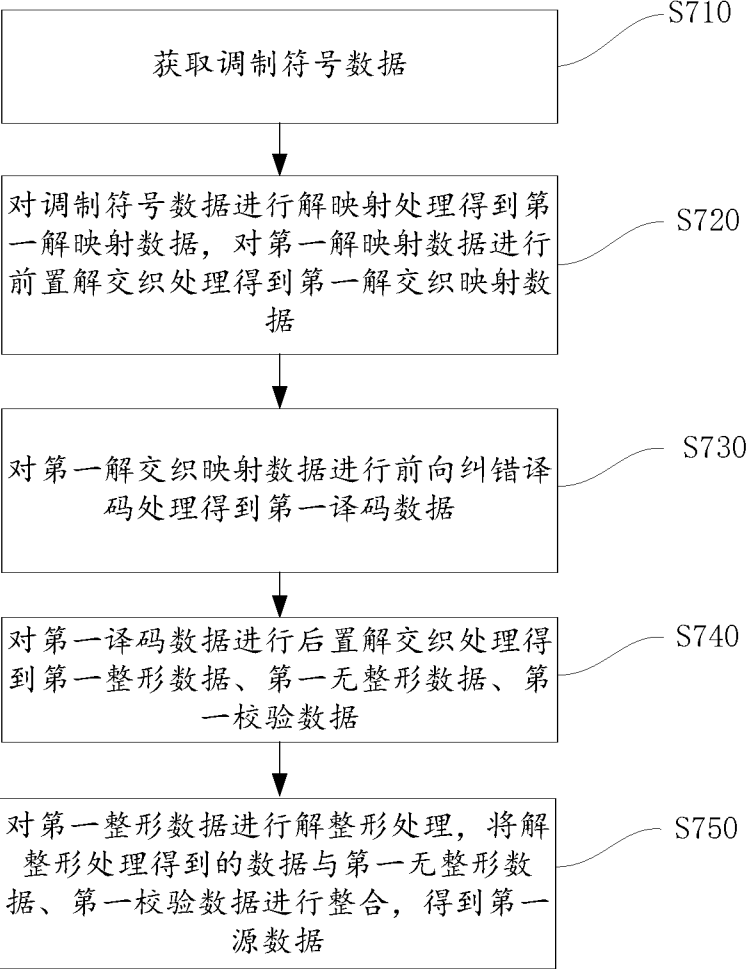


图 9



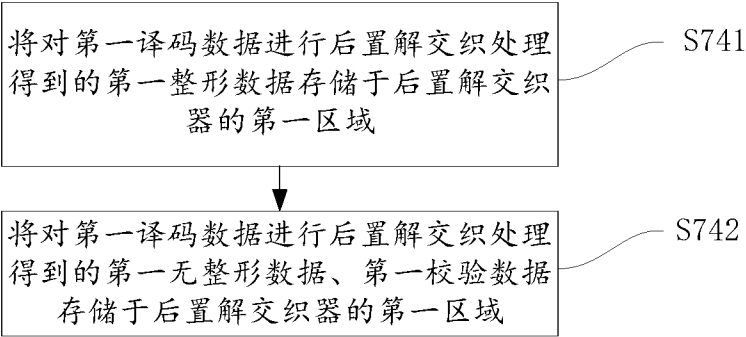


图 12

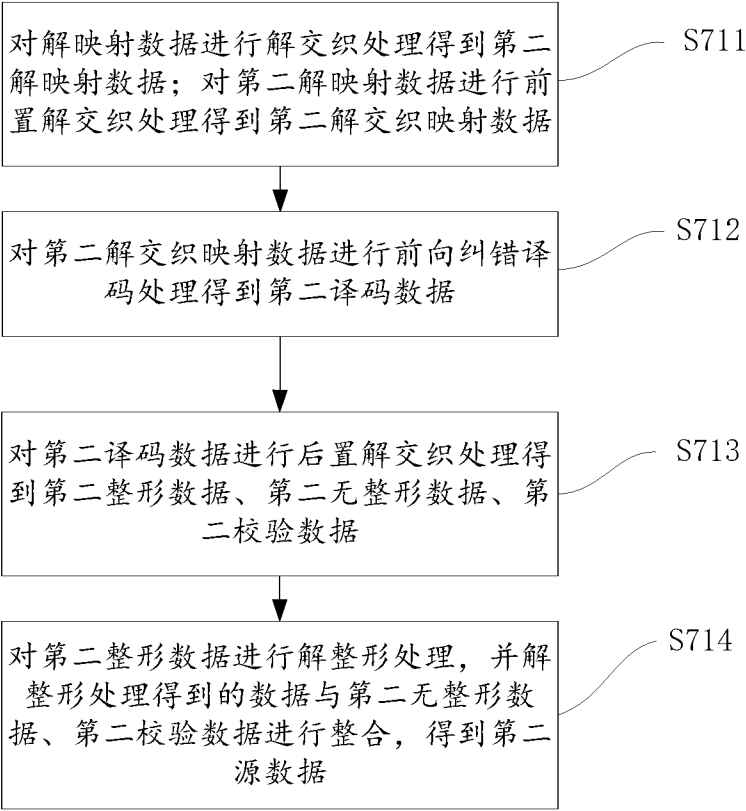


图 13

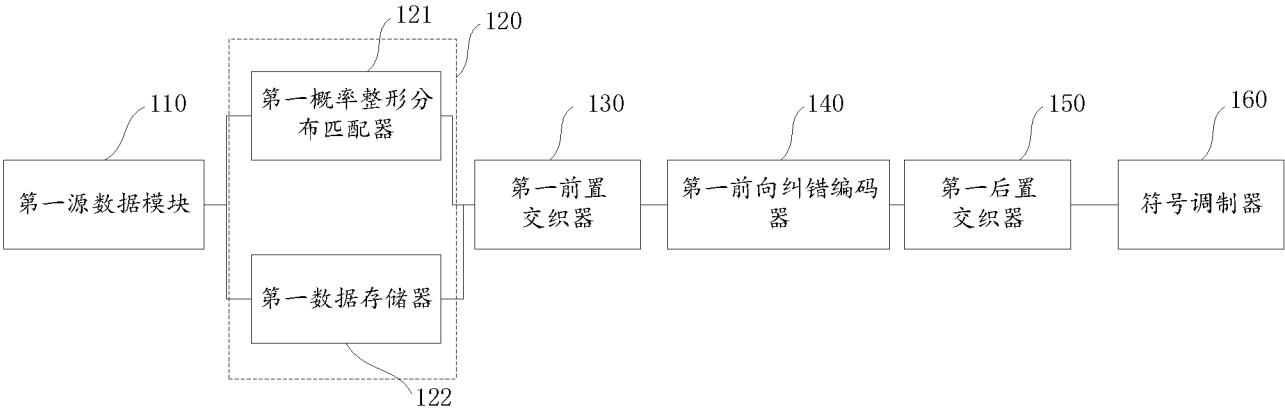


图 14

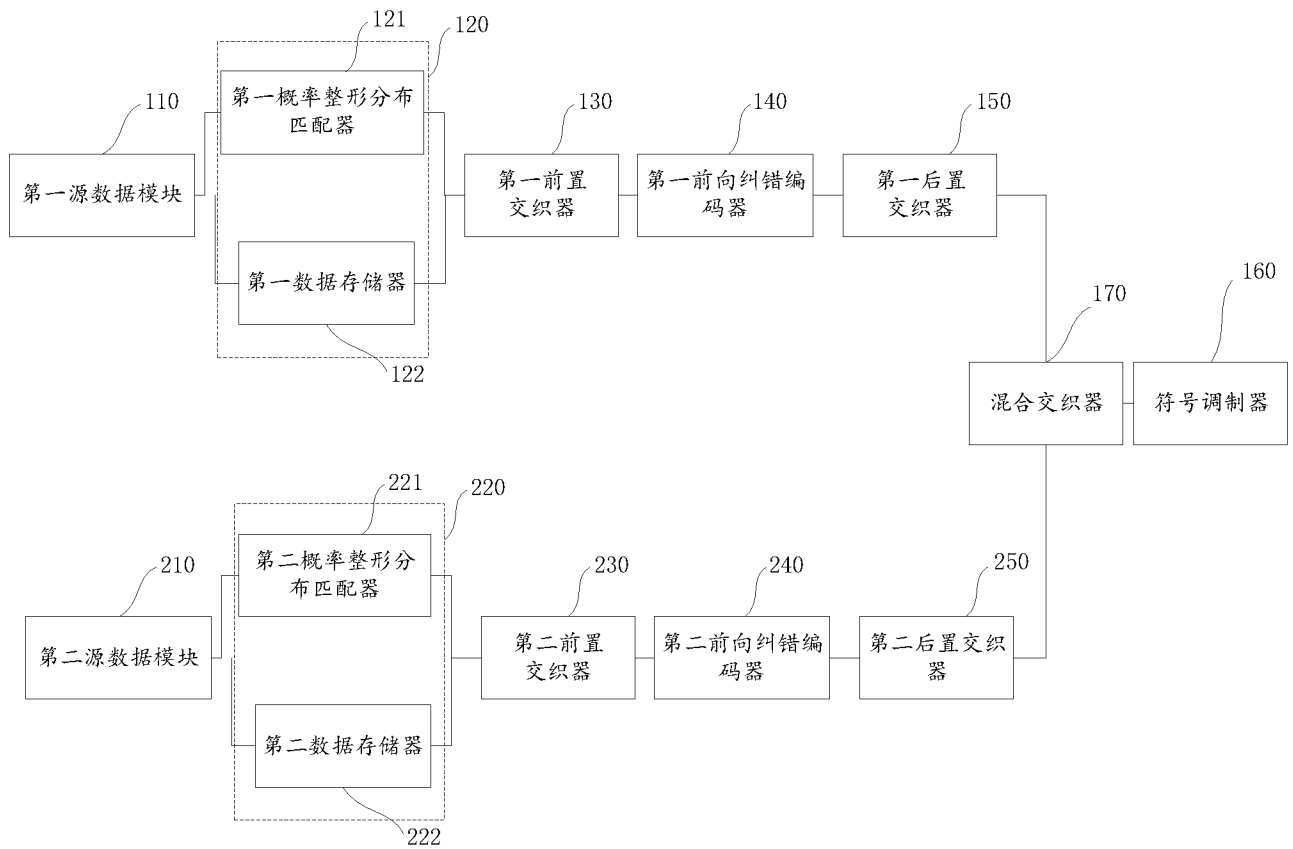


图 15

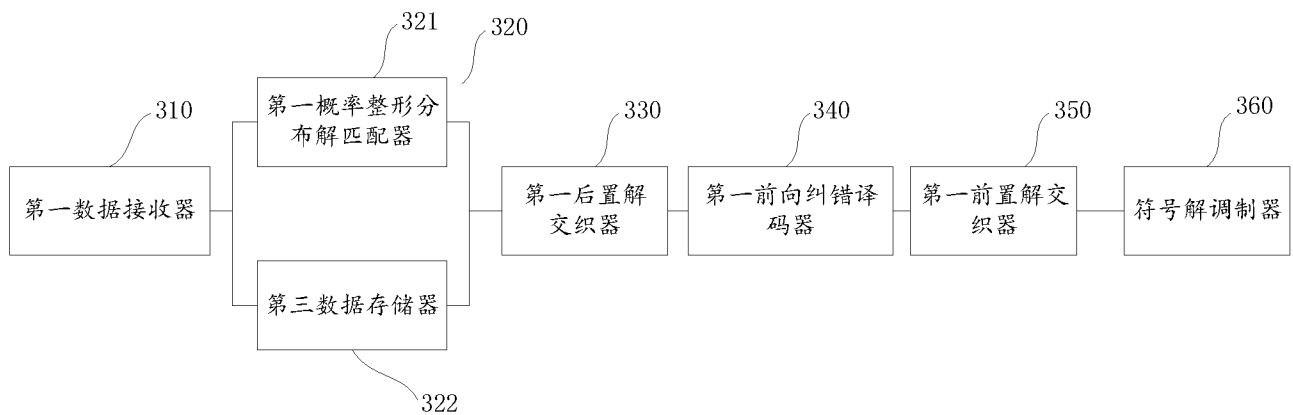


图 16

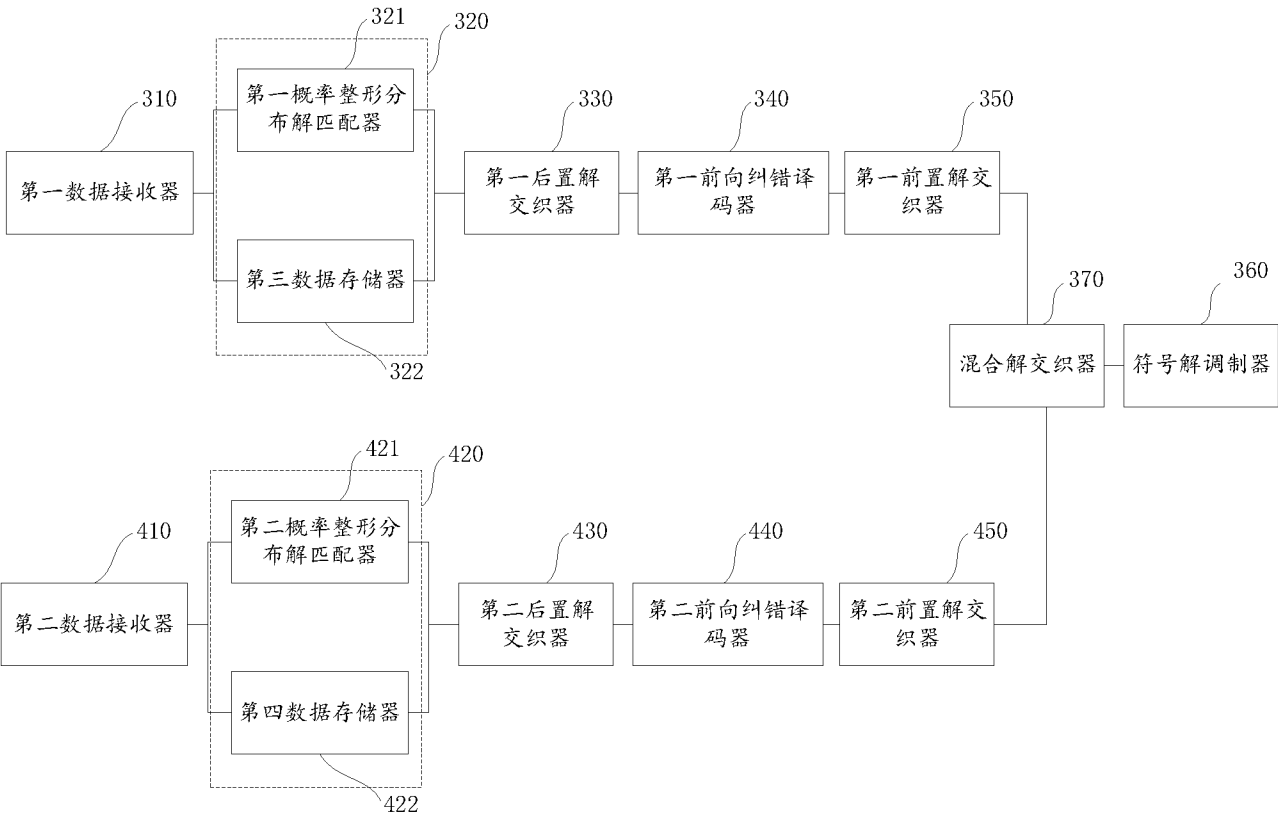


图 17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/111289

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)

H04L

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

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

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 概率, 整形, 星座, 交织, 纠错, 调制, 编码, 未, 无, 部分, 没, PCS, probabilistic, shaping, constellation, interleave, FEC, modulation, encode, no, part, without

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 110679100 A (ZTE CORPORATION) 10 January 2020 (2020-01-10) description paragraphs [0061]-[0091]	1-21
A	CN 110535802 A (INTEL CORPORATION) 03 December 2019 (2019-12-03) entire document	1-21
A	CN 108494719 A (BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 04 September 2018 (2018-09-04) entire document	1-21
A	US 2015067454 A1 (ORANGE) 05 March 2015 (2015-03-05) entire document	1-21



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

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

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

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 September 2021

Date of mailing of the international search report

04 November 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/111289

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110679100	A	10 January 2020	WO	2018218610	A1	06 December 2018
CN	110535802	A	03 December 2019	EP	3573267	A1	27 November 2019
				US	2019363738	A1	28 November 2019
				BR	102019010279	A2	26 November 2019
CN	108494719	A	04 September 2018	CN	108494719	B	02 June 2020
US	2015067454	A1	05 March 2015	EP	2795826	B1	22 April 2020
				US	9634797	B2	25 April 2017
				EP	2795826	A1	29 October 2014
				FR	2985125	A1	28 June 2013
				CN	104137464	B	02 January 2018
				CN	104137464	A	05 November 2014
				WO	2013093359	A1	27 June 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/111289

A. 主题的分类

H04L 1/00 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

H04L

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 概率, 整形, 星座, 交织, 纠错, 调制, 编码, 未, 无, 部分, 没, PCS, probabilistic, shaping, constellation, interleave, FEC, modulation, encode, no, part, without

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 110679100 A (中兴通讯股份有限公司) 2020年 1月 10日 (2020 - 01 - 10) 说明书第[0061]-[0091]段	1-21
A	CN 110535802 A (英特尔公司) 2019年 12月 3日 (2019 - 12 - 03) 全文	1-21
A	CN 108494719 A (北京邮电大学) 2018年 9月 4日 (2018 - 09 - 04) 全文	1-21
A	US 2015067454 A1 (ORANGE) 2015年 3月 5日 (2015 - 03 - 05) 全文	1-21

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“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

国际检索实际完成的日期

2021年 9月 23日

国际检索报告邮寄日期

2021年 11月 4日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

杨威明

电话号码 86-10-53961571

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/111289

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	110679100	A	2020年 1月 10日	WO	2018218610	A1	2018年 12月 6日
CN	110535802	A	2019年 12月 3日	EP	3573267	A1	2019年 11月 27日
				US	2019363738	A1	2019年 11月 28日
				BR	102019010279	A2	2019年 11月 26日
CN	108494719	A	2018年 9月 4日	CN	108494719	B	2020年 6月 2日
US	2015067454	A1	2015年 3月 5日	EP	2795826	B1	2020年 4月 22日
				US	9634797	B2	2017年 4月 25日
				EP	2795826	A1	2014年 10月 29日
				FR	2985125	A1	2013年 6月 28日
				CN	104137464	B	2018年 1月 2日
				CN	104137464	A	2014年 11月 5日
				WO	2013093359	A1	2013年 6月 27日