

(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
2018 年 6 月 14 日 (14.06.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/103471 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04L 27/26 (2006.01) **H04L 1/00** (2006.01)
H04B 3/54 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/107880
- (22) 国际申请日: 2017 年 10 月 26 日 (26.10.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201611128977.7 2016 年 12 月 9 日 (09.12.2016) CN
- (71) 申请人: 中国电力科学研究院有限公司 (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 国家电网公司 (STATE GRID

CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。

(72) 发明人: 张 海 龙 (ZHANG, Hailong); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 刘 宣 (LIU, Xuan); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。 唐悦 (TANG, Yue); 中国北京市海淀区清河小营东路 15 号, Beijing 100192 (CN)。

(74) 代理人: 北京派特恩知识产权代理有限公司 (CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市海淀区海淀南路 21 号中关村知识产权大厦 B 座 2 层, Beijing 100080 (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,

(54) Title: SIGNAL PROCESSING METHOD AND DEVICE, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 一种信号处理方法、装置及存储介质

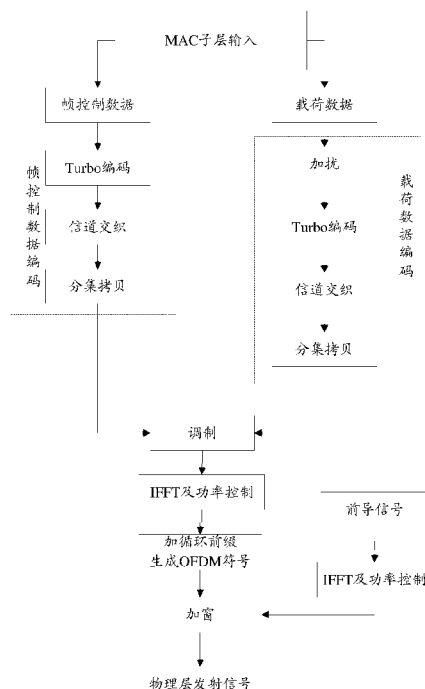


图 1

(57) Abstract: Disclosed is a signal processing method, comprising: receiving data from a link layer, and dividing the data into frame control data and payload data; performing channel encoding on the frame control data and the payload data, respectively, and modulating the channel encoded frame control data and payload data onto a subcarrier; performing an inverse Fourier transform operation on the modulated frame control data and payload data, and respectively performing power control to generate a time-domain frame control symbol and a time-domain payload symbol; and adding cyclic prefixes to the time-domain frame control symbol and the time-domain

CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

payload symbol, adding time-domain preamble symbols, and performing windowing processing to generate a physical layer transmission signal. Also disclosed are another signal processing method, two signal processing devices, and two storage mediums.

(57) 摘要: 本发明公开了一种信号处理方法, 包括: 接收来自链路层的数据, 将所述数据分为帧控制数据和载荷数据; 分别对所述帧控制数据和载荷数据进行信道编码, 并将信道编码后的帧控制数据和载荷数据调制到子载波上; 对调制后的帧控制数据和载荷数据进行反傅里叶变换, 并分别进行功率控制, 生成时域帧控制符号和时域载荷符号; 对所述时域帧控制符号和时域载荷符号加循环前缀, 并加时域前导符号后再进行加窗处理, 生成物理层发射信号。本发明还公开了一种信号处理方法、两种信号处理装置及两种存储介质。

一种信号处理方法、装置及存储介质

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 201611128977.7、申请日为 2016 年 12 月 09 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
5 全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本发明涉及电力线载波通信技术领域，具体地说，是一种应用于电力线载波通信系统、基于 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 正交频分复用) 的 PLC (Power Line Communication, 宽带电力线载波通信)
10 物理层发射信号的产生方法。

背景技术

电力线载波通信是利用电力布线来传送和接收通信信号的有线通信技术。由于电力线网络分布广泛，并且使用电力线作为通信媒质时，无需通过室内打孔布线来重新构建通信网络，具有成本低廉、连接方便等优点，
15 因此，电力线在智能电网和宽带接入方面的应用，受到越来越多的关注。

电力线通信的性能主要受到电力线通信信道的制约，由于 10kV 以上的高压电力线信道环境较好，因此以中高压电力线作为信号传输通道的电力线载波电话已经得到了广泛的应用。低压电力网不是为传输高速数据而设计的，低压电力网中的组件是基于输送电能的损失最小、并可靠地传输
20 低频电流的策略而设计的。因此在低压电力线上进行信号传输时，会面临很多的问题，比如：干扰噪声复杂、线路阻抗小、信号衰减强等。

发明内容

本发明实施例提供一种信号处理方法、装置及存储介质，可使信号在电力线传播时，具有高频带利用率和高传输速率，以及较强的抗码间干扰能力和较强的抗信道衰落能力。

5 本发明实施例的技术方案是这样实现的：

本发明实施例提供一种信号处理方法，包括：

接收来自链路层的数据，将所述数据分为帧控制数据和载荷数据；

分别对所述帧控制数据和载荷数据进行信道编码，并将信道编码后的帧控制数据和载荷数据调制到子载波上；

10 对调制后的帧控制数据和载荷数据进行反傅里叶变换，并分别进行功率控制，生成时域帧控制符号和时域载荷符号；

对所述时域帧控制符号和时域载荷符号加循环前缀，并加时域前导符号后再进行加窗处理，生成物理层发射信号。

上述方案中，所述对所述帧控制数据和载荷数据进行的信道编码包括：

15 分别对帧控制数据和载荷数据进行 Turbo 编码；

分别对经过 Turbo 编码的帧控制数据和载荷数据进行信道交织；

分别对经过信道交织的帧控制数据和载荷数据进行分集拷贝。

上述方案中，在对所述载荷数据进行 Turbo 编码前，还包括：对所述载荷数据进行加扰。

20 上述方案中，对所述帧控制数据进行 Turbo 编码包括：

对所述帧控制数据分别使用第一分量编码器和第二分量编码器进行编码，其中，所述第二分量编码器的输入信号先经过 Turbo 交织。

上述方案中，所述 Turbo 交织按照双比特为单位进行交织，交织长度等于原始数据块长度的双比特数量。

25 上述方案中，对经过 Turbo 编码的帧控制数据进行信道交织时，将所

述帧控制数据的信息位和校验位分开交织；其中，对经过 Turbo 编码的帧控制数据进行信息位交织时，将信息比特按照列进行出的方式，通过读取不同行，将信息位打乱；进行校验位交织时，从偏移量地址开始读取，将信息比特按照列进行出的方式，通过读取不同行，将信息位打乱。

5 上述方案中，在分别对所述帧控制数据的信息位和校验位交织后，再在所述信息位和校验位之间进行交织。

 上述方案中，对经过信道交织的帧控制数据进行分集拷贝时，将输入的比特数据拷贝到频域子载波上，并根据需求决定拷贝次数，以此设定 I 路和 Q 路的偏置差。上述方案中，对载荷数据进行 Turbo 编码时，Turbo
10 编码分量编码器中的寄存器状态和咬尾矩阵相关，咬尾矩阵由物理块大小和分量编码器的生成多项式决定。

 上述方案中，所述链路层的数据包含有载波映射表，所述载波映射表中规定有物理层的编码码率、调制方式、拷贝方式、采用的物理块类型信息；所述物理层按照载波映射表索引规定的模式进行编码。

15 上述方案中，对经过信道交织的载荷数据进行分集拷贝时，拷贝次数与拷贝时的交织器个数的关系为：

 分集次数为 2 时，交织器个数为 8，每部分的交织器个数为 4；

 分集次数为 4 时，交织器个数为 8，每部分的交织器个数为 2；

 分集次数为 5 时，交织器个数为 10，每部分的交织器个数为 2；

20 分集次数为 7 时，交织器个数为 14，每部分的交织器个数为 2；

 分集次数为 11 时，交织器个数为 11，每部分的交织器个数为 1。

 上述方案中，将所述载荷数据分成多个部分分别进行拷贝，每个部分有一个或者多个交织器，将交织器输出的结果作为每个部分拷贝时子载波的映射地址，且每次拷贝选取不同的交织器。

25 上述方案中，所述将信道编码后的帧控制数据和载荷数据调制到子载

波上包括:

将信道编码后的帧控制数据和载荷数据分别进行星座图映射;

对映射后的帧控制数据和载荷数据进行加扰, 并调制到对应的子载波上。

5 上述方案中, 对调制后的帧控制数据和载荷数据进行反傅里叶变换后, 分别取反傅里叶变换后的帧控制数据和载荷数据的实部进行功率控制。

上述方案中, 对经过星座图映射的帧控制数据和载荷数据加入相位旋转因子, 相位旋转参考值由伪随机产生, 真实的相位为参考相位乘 $\pi/4$, 其中, 加扰方式为:

$$10 \quad \tilde{X}(k) = X(k) e^{j\frac{\pi}{4}\varphi(k)} \quad 0 \leq k \leq N-1$$

其中, $\tilde{X}(k)$ 表示加扰后的载荷数据的星座点, k 表示载波编号, $X(k)$ 表示加扰前的载荷数据的星座点, $\varphi(k)$ 表示随机产生的旋转因子, 为一组 PN 序列。

上述方案中, 所述参考相位包含 1 号载波到 511 号载波。

15 上述方案中, 若采用 0 号频段, 则其频段范围为 1.953~11.96MHz, 载波的起始编号为 80, 截止编号为 490; 若采用 1 号频段, 则其频段范围为 2.441~5.615MHz, 载波的起始编号为 100, 截止编号为 230。

20 上述方案中, 对帧控制数据及载荷数据添加循环前缀, 生成 OFDM 符号, 其中帧控制数据及载荷数据的 OFDM 符号时域点数为 1024, 时间为 $40.96\mu\text{s}$; 滚降间隔为 124 点, 时间为 $4.96\mu\text{s}$; 帧控制数据的保护间隔为 458 点, 时间为 $18.32\mu\text{s}$; 载荷数据第一个符号和第二个符号的保护间隔为 458 点, 时间为 $18.32\mu\text{s}$; 载荷数据第三个符号之后的保护间隔为 264 点, 时间为 $10.8\mu\text{s}$ 。

上述方案中, 所述时域前导符号由以下方法生成:

25 在频域根据前导相位表产生频域前导符号;

对所述频域前导符号进行反傅里叶变换并取实部进行功率控制，生成所述时域前导符号。

上述方案中，在频域根据前导相位表产生前导序列，其产生方法为：

$$X(k) = e^{j\frac{\pi}{8}\varphi(k)} \quad 0 \leq k \leq N-1$$

5 其中， $X(k)$ 表示在频域产生的前导序列， k 为子载波符号， $\varphi(k)$ 表示随机产生的参考相位，其对应的相位编号为一组PN序列。

上述方案中，所述前导的数据格式为10.5个A和2.5个-A，其中，开始的0.5个A是A的后半部分，最后的0.5个-A是-A的前半部分。

上述方案中，所述前导的时域点数为1024，时间为40.96 μ s。

10 上述方案中，帧控制信号的个数和采用的频段相关，其中若采用0号频段，则帧控制信号的个数为4个；若采用1号频段，则帧控制信号的个数为12个。

本发明还公开了一种信号处理方法，包括：

从模拟前端接收数据信号后，对所述数据信号进行增益处理；

15 对经增益处理后的数据信号进行时钟/帧同步；

对时钟/帧同步后的数据进行傅里叶变换；

将傅里叶变换后的数据进行解调，生成帧控制输出和载荷输出。

上述方案中，所述将傅里叶变换后的数据进行解调包括：

将所述傅里叶变换后的数据分为帧控制数据和载荷数据；

20 分别对所述帧控制数据和载荷数据进行分集合并；

分别对分集合并后的帧控制数据和载荷数据进行信道解交织；

分别对信道解交织后的帧控制数据和载荷数据进行Turbo解码；

分别输出Turbo解码后的帧控制数据和载荷数据。

25 上述方案中，对所述载荷数据进行Turbo解码后，还包括：对所述Turbo解码后的载荷数据去扰。

本发明实施例还提供一种信号处理装置，包括：

第一存储器，配置为存储可执行程序；

第一处理器，配置为通过执行所述第一存储器中存储的可执行程序时，
实现：

- 5 接收来自链路层的数据，将所述数据分为帧控制数据和载荷数据；
 分别对所述帧控制数据和载荷数据进行信道编码，并将信道编码后的
 帧控制数据和载荷数据调制到子载波上；
 对调制后的帧控制数据和载荷数据进行反傅里叶变换，并分别进行
 功率控制，生成时域帧控制符号和时域载荷符号；
10 对所述时域帧控制符号和所述时域载荷符号加循环前缀，并加时域
 前导符号后再进行加窗处理，生成物理层发射信号。

本发明实施例还提供一种信号处理装置，包括：

第二存储器，配置为存储可执行程序；

- 第二处理器，配置为通过执行所述第二存储器中存储的可执行程序时，
15 实现：

 从模拟前端接收数据信号后，对所述数据信号进行增益处理；
 对经增益处理后的数据信号进行时钟/帧同步；
 对时钟/帧同步后的数据进行傅里叶变换；
 将傅里叶变换后的数据进行解调，生成帧控制输出和载荷输出。

- 20 本发明实施例还提供一种存储介质，存储有可执行程序，所述可执
 行程序被处理器运行时，执行：

 接收来自链路层的数据，将所述数据分为帧控制数据和载荷数据；
 分别对所述帧控制数据和载荷数据进行信道编码，并将信道编码后的
 帧控制数据和载荷数据调制到子载波上；

- 25 对调制后的帧控制数据和载荷数据进行反傅里叶变换，并分别进行

功率控制，生成时域帧控制符号和时域载荷符号；

对所述时域帧控制符号和所述时域载荷符号加循环前缀，并加时域前导符号后再进行加窗处理，生成物理层发射信号。

本发明实施例还提供一种存储介质，存储有可执行程序，所述可执

5 行程序被处理器运行时，执行：

从模拟前端接收数据信号后，对所述数据信号进行增益处理；

对经增益处理后的数据信号进行时钟/帧同步；

对时钟/帧同步后的数据进行傅里叶变换；

将傅里叶变换后的数据进行解调，生成帧控制输出和载荷输出。

10 本发明的信号处理方法，具有较高的频带利用率，较高的传输速率，较强的抗码间干扰能力和较强的抗信道衰落能力。本发明采用了 Turbo 编码，信道交织等方法，具有较强的纠错能力和较强的抗信道衰落能力，分集拷贝通过传输相同数据的不同备份，提高了系统的分集增益，提升了系统的鲁棒性。星座图映射时加入伪随机相位旋转因子，使得 OFDM 符号的
15 相位随机化，因此降低了 OFDM 符号的峰均比，可提升系统的功放效率。

附图说明

图 1 是本发明的物理层发射信号产生流程框图；

图 2 是与本发明帧信号对应的一种接收解调示范性实施例；

图 3 是本发明中的物理层服务模型；

20 图 4 是本发明中帧数据的结构图；

图 5 是本发明中帧控制数据前向纠错码流程图；

图 6 是本发明中载荷数据前向纠错码流程图；

图 7 是本发明中 Turbo 编码器的结构图；

图 8 是本发明中 Turbo 分量编码器的结构图；

25 图 9 是本发明中加扰的流程图；

图 10 是本发明中前导数据的格式示意图;

图 11 是本发明中利用前导相位表生成的前导序列的时域图形;

图 12 是本发明中利用前导相位表生成的前导序列的自相关特性;

图 13 是本发明中利用帧控制及载荷相位表生成的帧控制序列的时域图

5 形;

图 14 是本发明中利用帧控制及载荷相位表生成的帧控制序列的自相关特性;

图 15 是本发明中分集拷贝时的参数定义图形;

图 16 是本发明中分集拷贝时的一个实施例;

10 图 17 是本发明中 OFDM 符号的时序。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明,以使本领域的技术人员可以更好地理解本发明并能予以实施,但所举实施例不作为对本发明的限定。

15 OFDM 是把一组高速传输的串行数据流转化为低速并行的数据流,再将

这些并行数据调制在相互正交的子载波上,实现并行数据传输。OFDM 技术具有较强的抗码间干扰能力,较强的抗衰落能力、较强的抗突发噪声能力,较高的频谱利用率等优点。针对电力线信道特点,可在电力线通信中利用 OFDM 技术对抗电力线信道的衰减以及引入的各种噪声和干扰,以

20 满足智能电网在可靠性、安全性、及时性等方面的要求。

本发明主要提供了一种基于 OFDM 的宽带电力线载波通信的物理层发射信号产生方法。

本发明所使用的通信频段如表 1 所示:

表 1 通信频段:

频段	频段范围 (MHz)	载波 起始编号	载波截止编 号
0	1.953~11.96	80	490
1	2.441~5.615	100	230
2~4	保留	--	--

其中，频段 0 和频段 1 是目前使用的频段，频段 2~4 为保留频段。

本发明采用的 OFDM 符号，时域上基于 25MHz 的时钟采样，其时域点数如表 2 所示。

表 2 OFDM 符号特性：

符号参数	时域点数	时间 (μ s)
前导 IFFT 长度	1024	40.96
帧控制/载荷数据 IFFT 长度	1024	40.96
滚降间隔	124	4.96
帧控制的保护间隔	458	18.32
载荷数据第 1 个和第 2 个符号的保护间隔	458	18.32
载荷数据第 3 个符号 之后的保护间隔	264	10.8
帧控制的循环前缀	582	23.28
载荷数据第 1 个和第 2 个符号的循环前缀	582	23.28
载荷数据第 3 个符号 之后的循环前缀	388	15.52

5 本发明物理层的发射信号结构由前导，帧控制和载荷组成，其中，前

导由 13 个 OFDM 符号组成，前导的数据格式如图 10 所示，由 10.5 个 A 和 2.5 个 -A 组成，开始的 0.5 个 A 是 A 的后半部分，最后的 0.5 个 -A 是 -A 的前半部分，A 表示一个 OFDM 符号。帧控制信号所用的符号个数如表 3 所示，在频段 0 采用 4 个帧控制符号，在频段 1 采用 12 个帧控制符号。

5 表 3 帧控制个数:

频段	频段范围 (MHz)	帧控制个数
0	1.953~11.96	4
1	2.441~5.615	12
2~4	保留	--

如图 1 所示，本发明的基于 OFDM 的宽带电力线载波通信物理层信号处理方法具体实施步骤如下：

步骤 1、物理层接收来自数据链路层的输入，具体是来自介质访问控制 (MAC) 子层的输入。

10 步骤 2、物理层将来自 MAC 层的数据分为帧控制数据和载荷数据，分开处理帧控制和载荷数据的编码。

步骤 3、对帧控制数据进行编码。

图 5 是表示帧控制前向纠错码流程图，由图可以看出，帧控制的编码流程为：先进行 Turbo 编码，接着进行信道交织，最后进行分集拷贝。具体包括：

15 步骤 3a) 对帧控制数据进行 Turbo 编码。

帧控制的 Turbo 编码块长度为 PB16，码率为 1/2，最终 Turbo 输出为 256 比特，其中，前 128 比特是信息码，后 128 比特是校验码。图 7 是一个 Turbo 编码器结构图，Turbo 编码器由 Turbo 交织器和两个相同的分量编码器组成。Turbo 编码器的工作流程为：每输入一对信息比特[u0,u1]，输出系

20 统将此对信息比特输出，同时第一个分量编码器根据输入的比特对[u0,u1]

输出一个校验比特 p_0 ; 输入的两个信息比特 $[u_0, u_1]$ 经过 Turbo 交织器, 输入分量编码器二, 输出一个校验比特 q_0 。经过 Turbo 编码后输入的 $[u_0, u_1]$ 编码为 $[u_0, u_1, p_0, q_0]$ 。Turbo 交织器用于将原始数据交织后作为第二个分量编码器的输入。Turbo 交织按照双比特为单位进行交织, 交织长度等于原始数据块长度的双比特数量。其中, 所述双比特指两个比特, 交织时, 将两个比特作为一个单位进行交织。由于交织以双比特为单位, 故交织长度等于双比特的数列, 比如数据比特数目为 128, 以 2 比特为单位, 则交织长度为 64。

图 8 为分量编码器的示范性实施例, 实施例中采用二进制编码, 有三个状态寄存器, 其生成多项式可表示为 $G = [15 \ 13 \ 11]$, 对应的二进制多项式为 $[1111, 1101, 1011]$ 。

步骤 3b), 对经过 Turbo 编码的帧控制数据进行信道交织。

Turbo 编码产生的数据信息位与校验位和编码前的顺序相同, 且信息位在前, 校验位在后, 若 K 代表信息比特的数量, $N-K$ 代表校验比特的数量, K 个信息比特会分成 4 个子块, 每个子块的大小为 $K/4$ 比特, $N-K$ 个校验比特分成 4 个子块, 每个子块的大小为 $(N-K)/4$ 比特。

对信息码进行交织时, 将 Turbo 编码输出的信息码写入矩阵存储空间中, 编码器顺序输出信息比特的第一块 ($K/4$ 比特) 到区块 1 中, 第二块 ($K/4$ 比特) 到区块 2 中, 第三块 ($K/4$ 比特) 到区块 3 中, 第四块 ($K/4$ 比特) 到区块 4 中, 等价于把信息比特存入一个 $K/4$ 行 4 列的矩阵, 第 1 列代表区块 1, 第 2 列代表区块 2, 第 3 列代表区块 3, 第 4 列代表区块 4。进行交织时每行的 4 个比特同时读出。从矩阵读出数据时, 首先从第 0 行开始, 之后每次读取首行地址增加一个交织步长 $StepSize$, 这样第一轮行地址读出顺序为 $(0, StepSize, 2*StepSize, \dots)$, 当读取 $[K/4]/StepSize$ 行后, 就读到矩阵尾部, 然后下一轮读取行首地址加 1, 之后每次读取行地址增加交织

步长 StepSize, 读取 $[K/4]/\text{StepSize}$ 行后再次到达尾部, 第二轮读取行地址顺序为 $(1, 1+\text{StepSize}, 1+2*\text{StepSize}, \dots)$, 然后第三轮行地址再加 1 为 2, 依次类推, 经过 StepSize 轮之后全部行读取完毕。

对校验码进行交织时, 将校验码存入矩阵存储空间的方式同信息码方式相同, 于 1/2 码率, 校验比特的读法与信息比特的读法类似, 不同在于校验比特第一次读从交织偏移值 offset 定义的行开始, 交织步长为 StepSize, 本实施例定义 $T=(N-K)/4$, 第一轮读出的行的顺序为 (offset, (offset+StepSize)mod T, (offset+2*StepSize)mod T, ...), 然后第二轮首行加 1, 再重复 StepSize-1 轮, 最后经过 StepSize 轮, 每轮读出 $T/\text{StepSize}$ 行数据, 共计读取 T 行数据。对于 16/18 码率, 每轮读完不初始化行指针, 而是从开始持续读取(offset, (offset+StepSize)mod T, (offset+2*StepSize)mod T, ...), 一直到 T 行读取完毕。

信息位和校验位交织后要在信息位和校验位之间继续进行交织, 根据码率的不同设置不同的交织方式, 例如码率为 1/2 时, 输出的前 4 比特为信息码, 接着 4 比特为校验码, 以此类推。交织之后以 4 比特为单位进行位移, 每两个 4 比特调整一次顺序。

步骤 3c), 对经过信道交织的帧控制数据进行分集拷贝。

分集拷贝是将输入的原始比特数据拷贝到不同的频域子载波上, 便于下一步进行星座点映射。例如, 帧控制输入的比特数为 256, 则拷贝时 I 路和 Q 路地址的偏置量差设为 128, 若采用四个帧控制 OFDM 符号, 第一个帧控制符号 I 路的偏置量为 0, Q 路偏置量为 128, 第二个帧控制符号 I 路的偏置量为 192, Q 路的偏置量为 64, 第三个帧控制符号 I 路的偏置量为 160, Q 路的偏置量为 32, 第四个帧控制符号 I 路的偏置量为 96, Q 路的偏置量为 224。偏置量的含义为: 在第一个帧控制符号拷贝时, 其第 a 个载波上拷贝的数据为第 $((a+\text{偏置量})\bmod 256)$ 。

本发明在频段 0，帧控制的可用子载波数目为 411，子载波编号为 80 到 490，采用 QPSK 调制方式，有 4 个帧控制符号，其 I 路和 Q 路的偏置量如表 4 所示。在频段 1，帧控制的可用子载波数目为 131，子载波编号为 100 到 230，采用 QPSK 调制方式，有 12 个帧控制符号，其 I 路和 Q 路的偏置量如表 5 所示。

表 4 频段 0 帧控制 I 路和 Q 路的偏置量：

符号	1	2	3	4
I 路	0	192	160	96
Q 路	128	64	32	224

表 5 频段 1 帧控制 I 路和 Q 路的偏置量：

符号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I 路	0	192	160	96	144	80	48	240	24	184	136	40
Q 路	128	64	32	224	16	208	176	112	152	56	8	168

步骤 4、对载荷数据进行编码。

10 帧控制的 Turbo 编码仅支持 PB16,1/2 码率，载荷的 Turbo 编码支持 PB72、PB136、PB256 等模式，支持 1/2 和 16/18 两种码率。但是在进行 Turbo 编码时，除了编码时的参数不一样之外，其编码的方法和流程同帧控制是一样的。

图 6 是载荷前向纠错码流程图，由图可以看出，载荷的编码流程为：
15 先进行加扰，再进行 Turbo 编码，接着进行信道交织，最后进行分集拷贝。
具体包括：

步骤 4a)，对载荷数据进行加扰。

加扰方式为数据流和一个重复伪随机噪声序列进行“异或”运算。伪随机

噪声序列的扰码多项式由本原多项式产生，例如，扰码多项式可以为：

$$s(x) = x^{10} + x^3 + 1$$

上式表示每输入一个数据，扰码多项式左移一位，并将它的第 3 位和第 10 位做异或运算，输出的结果与输入数据再做异或运算，即可得到输出数据，其流程图如图 9 所示。

步骤 4b)，对经过加扰的载荷数据进行 Turbo 编码。

对载荷数据进行 Turbo 编码时，其编码方式和帧控制的编码方式类似，仍然是每输入一对信息比特[u0,u1]，输出系统将此对信息比特输出，同时第一个分量编码器根据输入的比特对[u0,u1]输出一个校验比特 p0；输入的两个信息比特[u0,u1]经过 Turbo 交织器，输入分量编码器二，输出一个校验比特 q0。经过 Turbo 编码后输入的[u0,u1]编码为[u0,u1,p0,q0]。

载荷数据的分量编码器同帧控制的分量编码器相同，仍然可采用 [15,13,11] 的多项式，其中分量编码器的状态寄存器计算方法如下：首先设置初始状态为 $S0=[S01,S02,S03]=[0,0,0]$ ；再将信息码输入，直至最后一位，对于分量编码器 1，信息码直接输入，得到状态寄存器的末状态，对于分量编码器 2，信息码输入后经过 Turbo 交织器，得到状态寄存器的末状态，寄存器末状态用 $SN=[SN1,SN2,SN3]$ 表示；最后根据 PB 块的大小决定状态寄存

器的咬尾矩阵，若 PB 大小为 264，则咬尾矩阵为 $M = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ ，将 $\hat{S0} = SN * M$ 作为分量编码器的初始状态。

载荷数据的 Turbo 交织支持 PB72、PB136、PB264、PB520 等模式，其中，PB72、PB136、PB264 支持 1/2 码率，PB520 支持 1/2 和 16/18 两种码率。Turbo 交织按照双比特为单位进行，交织器长度等于原始数据块长度的双比特数量，不同的 PB 块对应不同的交织长度，如表 6 所示。

表 6 Turbo 交织参数表：

物理块(字节数)	N	M	L
16	8	8	64
72	18	16	288
136	34	16	544
264	33	32	1056
520	40	52	2080

Turbo 交织的地址映射定义为:

$$I(x) = [S(x \bmod N) - (x \operatorname{div} N) * N + L] \bmod L, x = 0, 1, \dots, L$$

其中, $I(x)$ 表示 Turbo 交织的地址映射, $S(\cdot)$ 表示查找表, mod 表示取模运算, div 表示整除运算, N 表示交织块的长度, L 表示双比特的交织长度。其中 PB16, PB72, PB136, PB264, PB520 的 S 的查找表分别如表 7、8、9、10、11 所示。

表 7 PB16 的 S 查找表:

x	0	1	2	3	4	5	6	7
S(x)	53	20	9	32	62	39	51	18

表 8 PB72 的 S 查找表:

x	0	1	2	3	4	5	6	7
S(x)	1	200	255	166	221	132	187	98
x	8	9	10	11	12	13	14	15
S(x)	153	64	119	30	85	284	51	250
x	16	17						
S(x)	17	216						

表 9 PB136 的 S 查找表:

x	0	1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---	---	---

S(x)	383	68	262	180	484	363	302	152
x	8	9	10	11	12	13	14	15
S(x)	405	529	97	11	333	509	40	198
x	16	17	18	19	20	21	22	23
S(x)	236	454	428	124	273	493	73	389
x	24	25	26	27	28	29	30	31
S(x)	162	293	2	211	467	252	411	183
x	32	33						
S(x)	310	86						

表 10 PB264 的 S 查找表:

x	0	1	2	3	4	5	6	7
S(x)	309	175	737	667	1024	224	622	962
x	8	9	10	11	12	13	14	15
S(x)	527	845	926	1052	366	54	249	784
x	16	17	18	19	20	21	22	23
S(x)	108	551	410	479	823	866	442	654
x	24	25	26	27	28	29	30	31
S(x)	321	33	85	610	730	765	1038	352
x	32							
S(x)	954							

表 11 PB520 的 S 查找表

x	0	1	2	3	4	5	6	7
S(x)	1183	32	425	1434	165	331	1574	1039
x	8	9	10	11	12	13	14	15
S(x)	1084	1332	1513	536	213	1908	761	1231
x	16	17	18	19	20	21	22	23

S(x)	1659	476	1842	809	2007	895	1717	1950
x	24	25	26	27	28	29	30	31
S(x)	101	937	618	1606	704	1786	570	843
x	32	33	34	35	36	37	38	39
S(x)	349	2038	1102	1260	235	40	648	1347

步骤 4c), 对经过 Turbo 编码的载荷数据进行信道交织。

载荷数据的信道交织方式同帧控制的信道交织方式类似, 不同之处在于, 帧控制的信道交织支持的数据块模式为 PB16, 码率为 1/2, 载荷数据的信道交织支持 B72、PB136、PB264、PB520 等数据块模式, 其中, PB72、PB136、PB264 支持 1/2 码率, PB520 支持 1/2 和 16/18 两种码率, 信道交织时校验位的偏移量根据 PB 模式的不同有不同的选择, 信道交织可以选取表 12 参数, 其中, PB16 为帧控制的信道交织模式。

表 12 信道交织参数:

物理块大小 (字节数)	码率	交织偏移 值 (offset)	交织步长 (StepSize)
16	1/2	16	4
72	1/2	72	16
136	1/2	136	16
264	1/2	264	16
520	1/2	520	16
520	16/18	60	11

步骤 4d), 对经过信道交织的载荷数据进行分集拷贝。

由于帧控制仅支持 PB16, 1/2, 码率, 故帧控制的比特数目确定, 符号数目也是约定好的, 其偏移量也是约定好的, 所以帧控制的分集拷贝其对应的拷贝位置也是确定的。

载荷的分集拷贝需要根据数据块的大小，编码速率，拷贝次数等参数确定拷贝时需要的符号数目，拷贝时的偏移量等，根据已知的参数和计算得到的参数确定拷贝方法。

分集拷贝用于将原始信号进行分集和映射，当分集次数为 1 时，可忽略此环节。物理层按照图 3 服务模型接收 MAC 子层信息，MAC 子层信息中包含载波映射表，载波映射表规定了物理层的编码码率，调制方式，分集拷贝次数，采用的 PB 类型等信息，物理层按照载波映射表规定的模式进行分集拷贝。本发明支持的分集拷贝基本模式如表 13 所示，支持的分集拷贝扩展模式如表 14 所示。

10 表 13 分集拷贝基本模式:

模式编号	分集拷贝模式名称	物理块类型 (字节)	分集次数	调制方式	码率	物理块数
0	模式 0	520	4	QPSK	1/2	1~4
1	模式 1	520	2	QPSK	1/2	1~4
2	模式 2	136	5	QPSK	1/2	1~4
3	模式 3	136	11	BPSK	1/2	1~4
4	模式 4	136	7	BPSK	1/2	1~4
5	模式 5	136	11	QPSK	1/2	1~4
6	模式 6	136	7	QPSK	1/2	1~4
7	模式 7	520	7	BPSK	1/2	1~3
8	模式 8	520	4	BPSK	1/2	1~4
9	模式 9	520	7	QPSK	1/2	1~4
10	模式 10	520	2	BPSK	1/2	1~4

11	模式 11	264	7	QPSK	1/2	1~4
12	模式 12	264	7	BPSK	1/2	1~4
13	模式 13	72	7	QPSK	1/2	1~4
14	模式 14	72	7	BPSK	1/2	1~4

表 14 分集拷贝扩展模式:

扩展 模式 编号	名称	物 理 块 类型 (字 节)	分 集 次 数	调 制 方 式	码 率	物 理 块 数
1	扩展模式 1	520	1	16QAM	16/18	1~4
2	扩展模式 2	520	2	16QAM	16/18	1~4
3	扩展模式 3	520	1	16QAM	1/2	1~4
4	扩展模式 4	520	2	16QAM	1/2	1~4
5	扩展模式 5	520	4	16QAM	1/2	1~4
6	扩展模式 6	520	1	QPSK	1/2	1~4
10	扩展模式 10	136	5	16QAM	1/2	1~4
11	扩展模式 11	136	2	QPSK	1/2	1~4
12	扩展模式 12	136	2	16QAM	1/2	1~4
13	扩展模式 13	136	1	QPSK	1/2	1~4
14	扩展模式 14	136	1	16QAM	1/2	1~4

本发明在进行分集拷贝时根据拷贝次数规定了拷贝时的交织器个数和交织器的交织方法。其中，交织器个数如表 15 所示，交织方法为：根据实际可用的子载波个数和交织器个数确定交织长度，然后按照行进列出的方式进行交织。

表 15 分集次数与交织个数映射表:

分集次数	2	4	5	7	11
交织器个数	8	8	10	14	11
每部分的交织器 个数	4	2	2	2	1

在进行分集拷贝时，首先需要计算拷贝时的参数，物理层根据载波映射表信息可以获得的参数有：物理层载荷编码速率，分集次数，采用的 PB 类型，通过载波映射表中获得的参数可以计算得到分集拷贝时需要的参数，

5 如图 15 所示，其中，PadBitsNum 表示拷贝时需要填充的比特数目，假设有 N 个分集拷贝，第 1 个分集的数据来自原始数据的第 0~PadBitsNum-1 个比特，第 2 个分集的数据来自原始数据的第 PadBitsNum~ 2*PadBitsNum-1 个比特，依次类推至第 N 个分集，UsedCarrierNum 表示根据交织器个数确定的实际使用载波数目，CarrierNumPerGroup 表示在每个部分内的子载波数目，CarrierNumPerInter 表示每个交织器对应的子载波数目，BitsInLastOFDM

10 表示拷贝时最后一个 OFDM 符号包含的原始数据的比特数目，

下面结合实施例介绍分集拷贝方法，如图 16 所示，实施例中，需拷贝的数据为 6 个部分 G1~G6，需拷贝 4 次，拷贝时的移位参数为[0,0,1,1]，G1 表示第 1 个部分中的所有数据，I1 表示中的第一组交织器生成的载波地址。

15 若进行 4 次分集，每个部分需要两个交织器个数为 2。在第一次分集中，交织参数为第 1,2 组交织器生成的载波地址，第一部分数据交织后的结果为 G1(I1)、G1(I2)，此后第一次分集的所有部分均按照第 1,2 组交织生成的载波地址进行拷贝；在第二次分集中，交织参数为第 3,4 组交织器生成的交织地址，第一部分数据交织后的结果为 G1(I3)、G1(I4)，并且 G1(I3)、G1(I4)

20 按照拷贝时的移位参数进行移位，此后第二次分集的所有部分均按照第 3,4 组交织生成的载波地址进行拷贝；之后的每次分集拷贝方式均和第二次分集拷贝方式类似，直至拷贝结束。

步骤 5、将帧控制数据和载荷数据，分别进行调制。具体包括：

步骤 5a)，将帧控制数据和载荷数据分别进行映射。

本发明对于帧控制和载荷数据采用了不同的映射方式，例如，帧控制可采用 QPSK 进行映射，载荷数据调制方式可扩展，支持 BPSK、QPSK、16QAM 等方式。调制方式不同，帧控制和载荷数据在每个载波上的比特数
5 目不同，例如，对于 QPSK，每载波承载比特数为 2，对于 BPSK，每载波承载的比特数为 1。

步骤 5b)，对映射后的帧控制数据和载荷数据进行加扰，且调制到对应的子载波上。

10 映射结束后要对帧控制数据和载荷数据进行加扰，加扰方式为在每个子载波上加入旋转因子，在一优选实施例中，可选取 PN 序列。加扰的相位编号如表 16 所示，加扰方法为：

$$\tilde{X}(k) = X(k) e^{j\frac{\pi}{4}\varphi(k)} \quad 0 \leq k \leq N-1$$

其中， $\tilde{X}(k)$ 表示加扰后的载荷数据的星座点， $X(k)$ 表示加扰前的载荷
15 数据的星座点， $\varphi(k)$ 表示随机产生的旋转因子，对应表 8 中的相位编号，实际中若采用频段 0，则取对应载波编号为 100~230 的相位编号，若采用频段 1，则取对应载波编号为 80~490 的相位编号。

将加扰后的帧控制数据和载荷数据放置到对应的子载波上，对于不使用的子载波，将其值设置为 0。

20 调制结束后得到一个个帧控制符号和一个个载荷符号。

图 13 表示调制后得到的一个帧控制符号的时域波形，图中，横轴表示帧控制信号的时域点数，纵轴表示帧控制信号的时域幅值。图 14 表示帧控制信号的自相关特性，由图可以看出，此时加入的旋转相位可以保证帧控制信号具有很好的自相关特性。

25 表 16 帧控制和载荷数据映射相位表：

载波号	载波频率 (MHz)	相位 编号	载波号	载波频率 (MHz)	相位 编号	载波号	载波频率 (MHz)	相位 编号	载波号	载波频率 (MHz)	相位 编号
--	--	--	128	3.125000	5	256	6.250000	1	384	9.375000	6
1	0.024414	0	129	3.149414	1	257	6.274414	2	385	9.399414	4
2	0.048828	0	130	3.173828	4	258	6.298828	3	386	9.423828	1
3	0.073242	0	131	3.198242	2	259	6.323242	0	387	9.448242	5
4	0.097656	0	132	3.222656	4	260	6.347656	0	388	9.472656	6
5	0.122070	0	133	3.247070	0	261	6.372070	4	389	9.497070	4
6	0.146484	0	134	3.271484	4	262	6.396484	0	390	9.521484	6
7	0.170898	0	135	3.295898	5	263	6.420898	4	391	9.545898	6
8	0.195313	0	136	3.320313	3	264	6.445313	4	392	9.570313	6
9	0.219727	0	137	3.344727	5	265	6.469727	5	393	9.594727	2
10	0.244141	0	138	3.369141	5	266	6.494141	2	394	9.619141	2
11	0.268555	0	139	3.393555	1	267	6.518555	7	395	9.643555	7
12	0.292969	0	140	3.417969	5	268	6.542969	4	396	9.667969	3
13	0.317383	0	141	3.442383	1	269	6.567383	5	397	9.692383	0
14	0.341797	0	142	3.466797	5	270	6.591797	6	398	9.716797	6
15	0.366211	0	143	3.491211	5	271	6.616211	7	399	9.741211	5
16	0.390625	0	144	3.515625	2	272	6.640625	0	400	9.765625	1
17	0.415039	0	145	3.540039	4	273	6.665039	1	401	9.790039	6
18	0.439453	0	146	3.564453	2	274	6.689453	3	402	9.814453	0
19	0.463867	0	147	3.588867	2	275	6.713867	1	403	9.838867	7
20	0.488281	0	148	3.613281	3	276	6.738281	7	404	9.863281	0
21	0.512695	0	149	3.637695	1	277	6.762695	5	405	9.887695	1
22	0.537109	0	150	3.662109	3	278	6.787109	0	406	9.912109	0

23	0.561523	0	151	3.686523	7	279	6.811523	7	407	9.936523	5
24	0.585938	0	152	3.710938	0	280	6.835938	6	408	9.960938	5
25	0.610352	0	153	3.735352	3	281	6.860352	5	409	9.985352	2
26	0.634766	0	154	3.759766	7	282	6.884766	1	410	10.009766	6
27	0.659180	0	155	3.784180	1	283	6.909180	2	411	10.034180	5
28	0.683594	0	156	3.808594	2	284	6.933594	7	412	10.058594	4
29	0.708008	0	157	3.833008	6	285	6.958008	4	413	10.083008	2
30	0.732422	0	158	3.857422	0	286	6.982422	6	414	10.107422	7
31	0.756836	0	159	3.881836	4	287	7.006836	2	415	10.131836	5
32	0.781250	0	160	3.906250	1	288	7.031250	6	416	10.156250	1
33	0.805664	0	161	3.930664	6	289	7.055664	2	417	10.180664	7
34	0.830078	0	162	3.955078	3	290	7.080078	3	418	10.205078	1
35	0.854492	0	163	3.979492	3	291	7.104492	3	419	10.229492	3
36	0.878906	0	164	4.003906	2	292	7.128906	0	420	10.253906	6
37	0.903320	0	165	4.028320	0	293	7.153320	1	421	10.278320	3
38	0.927734	0	166	4.052734	1	294	7.177734	7	422	10.302734	3
39	0.952148	0	167	4.077148	3	295	7.202148	1	423	10.327148	2
40	0.976563	0	168	4.101563	6	296	7.226563	2	424	10.351563	3
41	1.000977	0	169	4.125977	1	297	7.250977	7	425	10.375977	4
42	1.025391	0	170	4.150391	7	298	7.275391	1	426	10.400391	2
43	1.049805	0	171	4.174805	6	299	7.299805	4	427	10.424805	3
44	1.074219	0	172	4.199219	1	300	7.324219	5	428	10.449219	6
45	1.098633	0	173	4.223633	3	301	7.348633	7	429	10.473633	2
46	1.123047	0	174	4.248047	7	302	7.373047	2	430	10.498047	5
47	1.147461	0	175	4.272461	7	303	7.397461	3	431	10.522461	6
48	1.171875	0	176	4.296875	4	304	7.421875	6	432	10.546875	0
49	1.196289	0	177	4.321289	1	305	7.446289	1	433	10.571289	5
50	1.220703	0	178	4.345703	0	306	7.470703	1	434	10.595703	1

51	1.245117	0	179	4.370117	6	307	7.495117	4	435	10.620117	0
52	1.269531	0	180	4.394531	2	308	7.519531	2	436	10.644531	3
53	1.293945	0	181	4.418945	2	309	7.543945	6	437	10.668945	3
54	1.318359	0	182	4.443359	3	310	7.568359	0	438	10.693359	3
55	1.342773	0	183	4.467773	5	311	7.592773	6	439	10.717773	5
56	1.367188	0	184	4.492188	1	312	7.617188	5	440	10.742188	1
57	1.391602	0	185	4.516602	6	313	7.641602	4	441	10.766602	3
58	1.416016	0	186	4.541016	4	314	7.666016	1	442	10.791016	0
59	1.440430	0	187	4.565430	5	315	7.690430	7	443	10.815430	6
60	1.464844	0	188	4.589844	7	316	7.714844	1	444	10.839844	1
61	1.489258	0	189	4.614258	0	317	7.739258	6	445	10.864258	6
62	1.513672	0	190	4.638672	6	318	7.763672	7	446	10.888672	3
63	1.538086	0	191	4.663086	0	319	7.788086	7	447	10.913086	1
64	1.562500	0	192	4.687500	4	320	7.812500	7	448	10.937500	6
65	1.586914	0	193	4.711914	1	321	7.836914	3	449	10.961914	7
66	1.611328	0	194	4.736328	4	322	7.861328	3	450	10.986328	6
67	1.635742	0	195	4.760742	4	323	7.885742	0	451	11.010742	1
68	1.660156	0	196	4.785156	1	324	7.910156	6	452	11.035156	4
69	1.684570	0	197	4.809570	0	325	7.934570	4	453	11.059570	0
70	1.708984	0	198	4.833984	4	326	7.958984	1	454	11.083984	4
71	1.733398	0	199	4.858398	2	327	7.983398	7	455	11.108398	4
72	1.757813	0	200	4.882813	1	328	8.007813	5	456	11.132813	5
73	1.782227	0	201	4.907227	4	329	8.032227	3	457	11.157227	6
74	1.806641	0	202	4.931641	5	330	8.056641	4	458	11.181641	3
75	1.831055	3	203	4.956055	6	331	8.081055	2	459	11.206055	2
76	1.855469	4	204	4.980469	5	332	8.105469	5	460	11.230469	6
77	1.879883	2	205	5.004883	5	333	8.129883	1	461	11.254883	2
78	1.904297	5	206	5.029297	5	334	8.154297	0	462	11.279297	3

79	1.928711	3	207	5.053711	2	335	8.178711	3	463	11.303711	6
80	1.953125	3	208	5.078125	7	336	8.203125	4	464	11.328125	2
81	1.977539	7	209	5.102539	6	337	8.227539	6	465	11.352539	7
82	2.001953	6	210	5.126953	1	338	8.251953	3	466	11.376953	1
83	2.026367	0	211	5.151367	7	339	8.276367	7	467	11.401367	1
84	2.050781	6	212	5.175781	5	340	8.300781	6	468	11.425781	4
85	2.075195	3	213	5.200195	3	341	8.325195	3	469	11.450195	5
86	2.099609	0	214	5.224609	6	342	8.349609	4	470	11.474609	3
87	2.124023	5	215	5.249023	4	343	8.374023	7	471	11.499023	4
88	2.148438	1	216	5.273438	7	344	8.398438	1	472	11.523438	2
89	2.172852	6	217	5.297852	2	345	8.422852	7	473	11.547852	7
90	2.197266	7	218	5.322266	4	346	8.447266	2	474	11.572266	2
91	2.221680	3	219	5.346680	5	347	8.471680	2	475	11.596680	5
92	2.246094	1	220	5.371094	6	348	8.496094	0	476	11.621094	3
93	2.270508	4	221	5.395508	7	349	8.520508	5	477	11.645508	3
94	2.294922	2	222	5.419922	7	350	8.544922	5	478	11.669922	7
95	2.319336	3	223	5.444336	3	351	8.569336	6	479	11.694336	0
96	2.343750	6	224	5.468750	2	352	8.593750	7	480	11.718750	7
97	2.368164	0	225	5.493164	6	353	8.618164	6	481	11.743164	5
98	2.392578	2	226	5.517578	1	354	8.642578	4	482	11.767578	6
99	2.416992	1	227	5.541992	7	355	8.666992	0	483	11.791992	2
100	2.441406	6	228	5.566406	7	356	8.691406	1	484	11.816406	4
101	2.465820	4	229	5.590820	4	357	8.715820	6	485	11.840820	0
102	2.490234	4	230	5.615234	0	358	8.740234	1	486	11.865234	1
103	2.514648	4	231	5.639648	6	359	8.764648	5	487	11.889648	1
104	2.539063	1	232	5.664063	2	360	8.789063	7	488	11.914063	4
105	2.563477	4	233	5.688477	6	361	8.813477	5	489	11.938477	7
106	2.587891	6	234	5.712891	6	362	8.837891	7	490	11.962891	6

107	2.612305	5	235	5.737305	7	363	8.862305	1	491	11.987305	7
108	2.636719	7	236	5.761719	1	364	8.886719	7	492	12.011719	6
109	2.661133	0	237	5.786133	5	365	8.911133	6	493	12.036133	3
110	2.685547	2	238	5.810547	2	366	8.935547	5	494	12.060547	6
111	2.709961	3	239	5.834961	7	367	8.959961	2	495	12.084961	0
112	2.734375	1	240	5.859375	7	368	8.984375	4	496	12.109375	7
113	2.758789	3	241	5.883789	7	369	9.008789	5	497	12.133789	7
114	2.783203	1	242	5.908203	0	370	9.033203	2	498	12.158203	5
115	2.807617	6	243	5.932617	5	371	9.057617	1	499	12.182617	6
116	2.832031	7	244	5.957031	6	372	9.082031	5	500	12.207031	6
117	2.856445	0	245	5.981445	0	373	9.106445	4	501	12.231445	5
118	2.880859	0	246	6.005859	5	374	9.130859	0	502	12.255859	0
119	2.905273	6	247	6.030273	7	375	9.155273	6	503	12.280273	4
120	2.929688	1	248	6.054688	5	376	9.179688	7	504	12.304688	6
121	2.954102	1	249	6.079102	7	377	9.204102	0	505	12.329102	4
122	2.978516	3	250	6.103516	4	378	9.228516	5	506	12.353516	7
123	3.002930	7	251	6.127930	7	379	9.252930	0	507	12.377930	1
124	3.027344	7	252	6.152344	2	380	9.277344	0	508	12.402344	4
125	3.051758	0	253	6.176758	5	381	9.301758	5	509	12.426758	2
126	3.076172	3	254	6.201172	4	382	9.326172	1	510	12.451172	4
127	3.100586	7	255	6.225586	4	383	9.350586	0	511	12.475586	1

步骤 6、将经过调制得到的一个个帧控制符号和一个个载荷符号，分别进行反傅里叶变换（IFFT），并分别取实部进行功率控制，生成时域帧控制符号和时域载荷符号。

- 5 在进行功率控制时，根据调制方式不同，功率归一化因子不同，例如，若采用 QPSK，则功率归一化因子为 $1/\sqrt{2}$ ，若采用 BPSK，则功率归一化因

子为 1。

步骤 7、将时域帧控制符号和时域载荷符号，分别添加循环前缀 (CP)，生成一个个完整的 OFDM 帧控制符号和 OFDM 载荷符号。

添加循环前缀时，帧控制符号和载荷符号有不同的循环前缀长度，帧控制的 CP 长度为 582 个数据点，载荷的第 1,2 个符号的 CP 长度也为 582 个数据点，其他载荷的 CP 长度为 388 个数据点，OFDM 符号的 CP 长度即为 OFDM 符号的保护间隔和滚降间隔的和，如图 17 所示。添加 CP 时，将符号末尾的 CP 长度个数据符号，拷贝到符号的前端。

添加完 CP 即可得到完整的 OFDM 帧控制符号和 OFDM 载荷符号。

步骤 8、在频域根据前导相位表产生频域前导符号，经 IFFT 后取实部并进行功率控制，生成时域前导信号。

前导信号的格式如图 10 所示，由 10.5 个 A 和 2.5 个 -A 组成，开始的 0.5 个 A 是 A 的后半部分，最后的 0.5 个 -A 是 -A 的前半部分。

在频域产生一串序列 B，其产生方式为：

$$X(k) = e^{j\frac{\pi}{8}\varphi(k)} \quad 0 \leq k \leq N-1$$

其中， $X(k)$ 表示在频域产生的前导序列， k 为子载波符号， $\varphi(k)$ 表示随机产生的参考相位，对应表 9 中的相位编号，参考相位为可选取的 PN 序列；实际中，若采用频段 0，则取对应载波编号为 100~230 的相位编号，若采用频段 1，则取对应载波编号为 80~490 的相位编号。

图 11 表示调制后得到的一个前导符号的时域波形，图中，横轴表示前导信号时域点数，纵轴表示前导信号时域幅值。图 12 表示前导信号的自相关特性，由图可以看出，前导信号具有很好的自相关特性。

在频域产生复数序列 B 后，进行 N 点 IFFT 得到对应的时域序列 A，按照图 10 中的前导格式，将时域序列 A 进行排布，将排布后的序列取实部，并进行功率控制即可得到前导信号。

其相位参考表 17 如下，真实相位为参考相位乘 $\pi/8$ 。

表 17 前导相位表：

载波号	载波频率 (MHz)	相位编号	载波号	载波频率 (MHz)	相位编号	载波号	载波频率 (MHz)	相位编号	载波号	载波频率 (MHz)	相位编号
--	--	0	128	3.125000	3	256	6.250000	12	384	9.375000	1
1	0.024414	7	129	3.149414	13	257	6.274414	13	385	9.399414	10
2	0.048828	10	130	3.173828	4	258	6.298828	15	386	9.423828	9
3	0.073242	15	131	3.198242	6	259	6.323242	0	387	9.448242	10
4	0.097656	11	132	3.222656	7	260	6.347656	12	388	9.472656	12
5	0.122070	9	133	3.247070	0	261	6.372070	11	389	9.497070	13
6	0.146484	2	134	3.271484	2	262	6.396484	7	390	9.521484	12
7	0.170898	5	135	3.295898	14	263	6.420898	6	391	9.545898	10
8	0.195313	10	136	3.320313	11	264	6.445313	5	392	9.570313	9
9	0.219727	2	137	3.344727	9	265	6.469727	2	393	9.594727	10
10	0.244141	15	138	3.369141	7	266	6.494141	13	394	9.619141	11
11	0.268555	11	139	3.393555	6	267	6.518555	12	395	9.643555	10
12	0.292969	13	140	3.417969	8	268	6.542969	1	396	9.667969	8
13	0.317383	0	141	3.442383	2	269	6.567383	6	397	9.692383	7
14	0.341797	13	142	3.466797	9	270	6.591797	11	398	9.716797	8
15	0.366211	14	143	3.491211	8	271	6.616211	0	399	9.741211	9
16	0.390625	13	144	3.515625	10	272	6.640625	1	400	9.765625	8
17	0.415039	12	145	3.540039	14	273	6.665039	7	401	9.790039	13
18	0.439453	7	146	3.564453	2	274	6.689453	10	402	9.814453	9
19	0.463867	9	147	3.588867	14	275	6.713867	7	403	9.838867	12
20	0.488281	14	148	3.613281	6	276	6.738281	4	404	9.863281	0
21	0.512695	7	149	3.637695	10	277	6.762695	8	405	9.887695	6
22	0.537109	8	150	3.662109	12	278	6.787109	0	406	9.912109	7
23	0.561523	5	151	3.686523	7	279	6.811523	11	407	9.936523	6
24	0.585938	0	152	3.710938	11	280	6.835938	1	408	9.960938	1
25	0.610352	11	153	3.735352	7	281	6.860352	8	409	9.985352	14

26	0.634766	6	154	3.759766	11	282	6.884766	0	410	10.009766	9
27	0.659180	2	155	3.784180	12	283	6.909180	7	411	10.034180	2
28	0.683594	15	156	3.808594	15	284	6.933594	11	412	10.058594	11
29	0.708008	1	157	3.833008	5	285	6.958008	0	413	10.083008	12
30	0.732422	12	158	3.857422	6	286	6.982422	2	414	10.107422	4
31	0.756836	6	159	3.881836	10	287	7.006836	12	415	10.131836	5
32	0.781250	0	160	3.906250	5	288	7.031250	4	416	10.156250	1
33	0.805664	9	161	3.930664	14	289	7.055664	9	417	10.180664	8
34	0.830078	13	162	3.955078	6	290	7.080078	0	418	10.205078	13
35	0.854492	6	163	3.979492	12	291	7.104492	5	419	10.229492	2
36	0.878906	15	164	4.003906	3	292	7.128906	10	420	10.253906	9
37	0.903320	7	165	4.028320	12	293	7.153320	15	421	10.278320	7
38	0.927734	0	166	4.052734	3	294	7.177734	7	422	10.302734	6
39	0.952148	2	167	4.077148	11	295	7.202148	10	423	10.327148	5
40	0.976563	12	168	4.101563	8	296	7.226563	1	424	10.351563	1
41	1.000977	4	169	4.125977	6	297	7.250977	5	425	10.375977	8
42	1.025391	3	170	4.150391	3	298	7.275391	10	426	10.400391	14
43	1.049805	4	171	4.174805	1	299	7.299805	15	427	10.424805	4
44	1.074219	9	172	4.199219	0	300	7.324219	5	428	10.449219	12
45	1.098633	11	173	4.223633	11	301	7.348633	14	429	10.473633	6
46	1.123047	8	174	4.248047	10	302	7.373047	8	430	10.498047	15
47	1.147461	14	175	4.272461	11	303	7.397461	14	431	10.522461	1
48	1.171875	9	176	4.296875	13	304	7.421875	7	432	10.546875	0
49	1.196289	3	177	4.321289	3	305	7.446289	14	433	10.571289	14
50	1.220703	9	178	4.345703	5	306	7.470703	7	434	10.595703	15
51	1.245117	7	179	4.370117	3	307	7.495117	0	435	10.620117	10
52	1.269531	14	180	4.394531	4	308	7.519531	5	436	10.644531	11
53	1.293945	7	181	4.418945	1	309	7.543945	8	437	10.668945	12
54	1.318359	15	182	4.443359	12	310	7.568359	6	438	10.693359	11
55	1.342773	5	183	4.467773	11	311	7.592773	11	439	10.717773	12
56	1.367188	11	184	4.492188	15	312	7.617188	15	440	10.742188	2
57	1.391602	3	185	4.516602	7	313	7.641602	11	441	10.766602	4
58	1.416016	8	186	4.541016	15	314	7.666016	6	442	10.791016	5

59	1.440430	11	187	4.565430	2	315	7.690430	4	443	10.815430	6
60	1.464844	10	188	4.589844	5	316	7.714844	7	444	10.839844	10
61	1.489258	9	189	4.614258	13	317	7.739258	8	445	10.864258	12
62	1.513672	7	190	4.638672	5	318	7.763672	11	446	10.888672	13
63	1.538086	0	191	4.663086	12	319	7.788086	15	447	10.913086	14
64	1.562500	13	192	4.687500	1	320	7.812500	11	448	10.937500	5
65	1.586914	1	193	4.711914	6	321	7.836914	4	449	10.961914	13
66	1.611328	4	194	4.736328	11	322	7.861328	9	450	10.986328	15
67	1.635742	15	195	4.760742	13	323	7.885742	15	451	11.010742	4
68	1.660156	5	196	4.785156	1	324	7.910156	12	452	11.035156	1
69	1.684570	11	197	4.809570	3	325	7.934570	4	453	11.059570	15
70	1.708984	3	198	4.833984	5	326	7.958984	15	454	11.083984	6
71	1.733398	4	199	4.858398	15	327	7.983398	7	455	11.108398	4
72	1.757813	9	200	4.882813	10	328	8.007813	1	456	11.132813	0
73	1.782227	10	201	4.907227	6	329	8.032227	14	457	11.157227	15
74	1.806641	1	202	4.931641	2	330	8.056641	15	458	11.181641	7
75	1.831055	10	203	4.956055	1	331	8.081055	1	459	11.206055	9
76	1.855469	0	204	4.980469	8	332	8.105469	2	460	11.230469	15
77	1.879883	9	205	5.004883	9	333	8.129883	11	461	11.254883	8
78	1.904297	1	206	5.029297	5	334	8.154297	9	462	11.279297	5
79	1.928711	0	207	5.053711	8	335	8.178711	11	463	11.303711	2
80	1.953125	5	208	5.078125	10	336	8.203125	1	464	11.328125	0
81	1.977539	3	209	5.102539	6	337	8.227539	5	465	11.352539	1
82	2.001953	0	210	5.126953	8	338	8.251953	10	466	11.376953	2
83	2.026367	1	211	5.151367	9	339	8.276367	6	467	11.401367	4
84	2.050781	13	212	5.175781	7	340	8.300781	5	468	11.425781	5
85	2.075195	6	213	5.200195	15	341	8.325195	4	469	11.450195	6
86	2.099609	8	214	5.224609	8	342	8.349609	0	470	11.474609	8
87	2.124023	11	215	5.249023	4	343	8.374023	10	471	11.499023	4
88	2.148438	1	216	5.273438	3	344	8.398438	14	472	11.523438	3
89	2.172852	10	217	5.297852	13	345	8.422852	0	473	11.547852	1
90	2.197266	8	218	5.322266	14	346	8.447266	7	474	11.572266	14
91	2.221680	14	219	5.346680	3	347	8.471680	11	475	11.596680	4

92	2.246094	13	220	5.371094	0	348	8.496094	15	476	11.621094	2
93	2.270508	12	221	5.395508	4	349	8.520508	6	477	11.645508	8
94	2.294922	8	222	5.419922	2	350	8.544922	9	478	11.669922	0
95	2.319336	14	223	5.444336	0	351	8.569336	11	479	11.694336	13
96	2.343750	10	224	5.468750	8	352	8.593750	7	480	11.718750	5
97	2.368164	5	225	5.493164	6	353	8.618164	2	481	11.743164	2
98	2.392578	1	226	5.517578	4	354	8.642578	9	482	11.767578	13
99	2.416992	11	227	5.541992	13	355	8.666992	4	483	11.791992	7
100	2.441406	0	228	5.566406	3	356	8.691406	11	484	11.816406	11
101	2.465820	1	229	5.590820	8	357	8.715820	15	485	11.840820	14
102	2.490234	10	230	5.615234	0	358	8.740234	11	486	11.865234	8
103	2.514648	3	231	5.639648	12	359	8.764648	12	487	11.889648	2
104	2.539063	4	232	5.664063	1	360	8.789063	0	488	11.914063	8
105	2.563477	7	233	5.688477	7	361	8.813477	13	489	11.938477	11
106	2.587891	3	234	5.712891	0	362	8.837891	11	490	11.962891	2
107	2.612305	11	235	5.737305	2	363	8.862305	9	491	11.987305	0
108	2.636719	3	236	5.761719	5	364	8.886719	2	492	12.011719	0
109	2.661133	4	237	5.786133	8	365	8.911133	9	493	12.036133	0
110	2.685547	2	238	5.810547	7	366	8.935547	0	494	12.060547	0
111	2.709961	11	239	5.834961	4	367	8.959961	5	495	12.084961	0
11	2.734375	0	240	5.859375	10	368	8.984375	6	496	12.109375	0

2											
11 3	2.758789	1	241	5.883789	12	369	9.008789	11	497	12.133789	0
11 4	2.783203	15	242	5.908203	13	370	9.033203	13	498	12.158203	0
11 5	2.807617	11	243	5.932617	12	371	9.057617	2	499	12.182617	0
11 6	2.832031	6	244	5.957031	0	372	9.082031	12	500	12.207031	0
11 7	2.856445	10	245	5.981445	2	373	9.106445	10	501	12.231445	0
11 8	2.880859	14	246	6.005859	11	374	9.130859	8	502	12.255859	0
11 9	2.905273	9	247	6.030273	5	375	9.155273	11	503	12.280273	0
12 0	2.929688	12	248	6.054688	2	376	9.179688	7	504	12.304688	0
12 1	2.954102	13	249	6.079102	5	377	9.204102	11	505	12.329102	0
12 2	2.978516	1	250	6.103516	6	378	9.228516	15	506	12.353516	0
12 3	3.002930	5	251	6.127930	7	379	9.252930	9	507	12.377930	0
12 4	3.027344	11	252	6.152344	0	380	9.277344	1	508	12.402344	0
12 5	3.051758	7	253	6.176758	10	381	9.301758	10	509	12.426758	0
12 6	3.076172	0	254	6.201172	9	382	9.326172	1	510	12.451172	0
12 7	3.100586	10	255	6.225586	11	383	9.350586	9	511	12.475586	0

步骤 9、对时域前导信号，所有的 OFDM 帧控制符号和所有的 OFDM 载荷符号进行加窗处理。

窗函数定义如表 18 所示。对于前导，帧控制及载荷前部滚降间隔内的数据加上升窗，后部滚降间隔内的数据加上降窗。对于前导数据，是对整个前导进行加窗，其前部无重叠，后部与帧控制的第一个 OFDM 符号前部有重叠。对于帧控制和载荷数据是对每个 OFDM 符号进行加窗，帧控制和

5 载荷数据除了最后一个 OFDM 符号后部无重叠之外，其余的 OFDM 符号后部都会和下一个 OFDM 符号的前部有重叠。

表 18 窗函数定义：

点数	升窗	降窗
1	0	1
2	0.011764	0.988235
3	0.023529	0.976470
4	0.035294	0.964705
5	0.047058	0.952941
6	0.058823	0.941176
7	0.070588	0.929411
8	0.082352	0.917647
9	0.094117	0.905882
10	0.105882	0.894117
11	0.117647	0.882352
12	0.129411	0.870588
13	0.141176	0.858823
14	0.152941	0.847058
15	0.164705	0.835294
16	0.176470	0.823529
17	0.188235	0.811764
18	0.200000	0.800000
19	0.206741	0.793258

20	0.213483	0.786516
21	0.220224	0.779775
22	0.226966	0.773033
23	0.233707	0.766292
24	0.240449	0.759550
25	0.247191	0.752808
26	0.253932	0.746067
27	0.260674	0.739325
28	0.267415	0.732584
29	0.274157	0.725842
30	0.280898	0.719101
31	0.287640	0.712359
32	0.294382	0.705617
33	0.301123	0.698876
34	0.307865	0.692134
35	0.314606	0.685393
36	0.321348	0.678651
37	0.328089	0.671910
38	0.334831	0.665168
39	0.341573	0.658426
40	0.348314	0.651685
41	0.355056	0.644943
42	0.361797	0.638202
43	0.368539	0.631460
44	0.375280	0.624719
45	0.382022	0.617977
46	0.388764	0.611235
47	0.395505	0.604494

48	0.402247	0.597752
49	0.408988	0.591011
50	0.415730	0.584269
51	0.422471	0.577528
52	0.429213	0.570786
53	0.435955	0.564044
54	0.442696	0.557303
55	0.449438	0.550561
56	0.456179	0.543820
57	0.462921	0.537078
58	0.469662	0.530337
59	0.476404	0.523595
60	0.483146	0.516853
61	0.489887	0.510112
62	0.496629	0.503370
63	0.503370	0.496629
64	0.510112	0.489887
65	0.516853	0.483146
66	0.523595	0.476404
67	0.530337	0.469662
68	0.537078	0.462921
69	0.543820	0.456179
70	0.550561	0.449438
71	0.557303	0.442696
72	0.564044	0.435955
73	0.570786	0.429213
74	0.577528	0.422471
75	0.584269	0.415730

76	0.591011	0.408988
77	0.597752	0.402247
78	0.604494	0.395505
79	0.611235	0.388764
80	0.617977	0.382022
81	0.624719	0.375280
82	0.631460	0.368539
83	0.638202	0.361797
84	0.644943	0.355056
85	0.651685	0.348314
86	0.658426	0.341573
87	0.665168	0.334831
88	0.671910	0.328089
89	0.678651	0.321348
90	0.685393	0.314606
91	0.692134	0.307865
92	0.698876	0.301123
93	0.705617	0.294382
94	0.712359	0.287640
95	0.719101	0.280898
96	0.725842	0.274157
97	0.732584	0.267415
98	0.739325	0.260674
99	0.746067	0.253932
100	0.752808	0.247191
101	0.759550	0.240449
102	0.766292	0.233707
103	0.773033	0.226966

104	0.779775	0.220224
105	0.786516	0.213483
106	0.793258	0.206741
107	0.800000	0.200000
108	0.811764	0.188235
109	0.823529	0.176470
110	0.835294	0.164705
111	0.847058	0.152941
112	0.858823	0.141176
113	0.870588	0.129411
114	0.882352	0.117647
115	0.894117	0.105882
116	0.905882	0.094117
117	0.917647	0.082352
118	0.929411	0.070588
119	0.941176	0.058823
120	0.952941	0.047058
121	0.964705	0.035294
122	0.976470	0.023529
123	0.988235	0.011764
124	1	0

步骤 10、生成 OFDM 的物理层发射信号进入模拟前端。

其中 OFDM 的物理层发射信号格式如图 4 所示。物理层的发射信号结构由前导，帧控制和数据载荷组成。如图 4 中所示，前导的长度为 13×1024 ，帧控制和数据载荷的长度都为 1024，前导的滚降间隔为 124，帧控制的滚降间隔同样为 124，帧控制的保护间隔为 458，数据载荷 1 和数据载荷 2 的保护间隔为 458，其余的载荷间隔为 264。其中，帧控制信号根据不同频段选择有不同符号的个数，在频段 0，也即在 1.953~11.96MHz 范围内，帧控

制符号个数为 4 个；在频段 1，也即在 2.441~5.615MHz 范围内，帧控制符号个数为 12 个。

相应地，如图 2 所示，本发明的基于 OFDM 的宽带电力线载波通信物理层接收信号的处理方法，包括：

- 5 从模拟前端接收数据信号后，对所述数据信号进行增益处理；
 对经增益处理后的数据信号进行时钟/帧同步；
 对时钟/帧同步后的数据进行傅里叶变换；
 将傅里叶变换后的数据进行解调，生成帧控制输出和载荷输出。
 其中，所述将傅里叶变换后的数据进行解调包括：
- 10 将所述傅里叶变换后的数据分为帧控制数据和载荷数据；
 分别对所述帧控制数据和载荷数据进行分集合并；
 分别对分集合并后的帧控制数据和载荷数据进行信道解交织；
 分别对信道解交织后的帧控制数据和载荷数据进行 Turbo 解码；
 分别输出 Turbo 解码后的帧控制数据和载荷数据。
- 15 其中，对所述载荷数据进行 Turbo 解码后，还包括：对所述 Turbo 解码后的载荷数据去扰。

本发明实施例还提供一种信号处理装置，包括：

- 第一存储器，配置为存储可执行程序；
 第一处理器，配置为通过运行所述第一存储器中存储的可执行程序时，
- 20 执行：
 接收来自链路层的数据，将所述数据分为帧控制数据和载荷数据；
 分别对所述帧控制数据和载荷数据进行信道编码，并将信道编码后的帧控制数据和载荷数据调制到子载波上；
 对调制后的帧控制数据和载荷数据进行反傅里叶变换，并分别进行
- 25 功率控制，生成时域帧控制符号和时域载荷符号；

对所述时域帧控制符号和所述时域载荷符号加循环前缀，并加时域前导符号后再进行加窗处理，生成物理层发射信号。

所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

分别对帧控制数据和载荷数据进行 Turbo 编码；

5 分别对经过 Turbo 编码的帧控制数据和载荷数据进行信道交织；

分别对经过信道交织的帧控制数据和载荷数据进行分集拷贝。

所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：对所述载荷数据进行加扰。

所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

10 对所述帧控制数据分别使用第一分量编码器和第二分量编码器进行编码，其中，所述第二分量编码器的输入信号先经过 Turbo 交织。

所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：所述 Turbo 交织按照双比特为单位进行交织，交织长度等于原始数据块长度的双比特数量。

15 所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

对经过 Turbo 编码的帧控制数据进行信道交织时，将所述帧控制数据的信息位和校验位分开交织；

其中，对经过 Turbo 编码的帧控制数据进行信息位交织时，将信息比特按照列进行出的方式，通过读取不同行，将信息位打乱；进行校验位
20 交织时，从偏移量地址开始读取，将信息比特按照列进行出的方式，通过读取不同行，将信息位打乱。

所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

在分别对所述帧控制数据的信息位和校验位交织后，再在所述信息位和校验位之间进行交织。

25 所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

对经过信道交织的帧控制数据进行分集拷贝时，将输入的比特数据拷贝到频域子载波上，并根据需求决定拷贝次数，以此设定 I 路和 Q 路的偏差。

所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

- 5 对载荷数据进行 Turbo 编码时，Turbo 编码分量编码器中的寄存器状态和咬尾矩阵相关，咬尾矩阵由物理块大小和分量编码器的生成多项式决定。

所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

- 10 所述链路层的数据包含有载波映射表，所述载波映射表中规定有物理层的编码码率、调制方式、拷贝方式、采用的物理块类型信息；所述物理层按照载波映射表索引规定的模式进行编码。

所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

对经过信道交织的载荷数据进行分集拷贝时，拷贝次数与拷贝时的交织器个数的关系为：

- 15 分集次数为 2 时，交织器个数为 8，每部分的交织器个数为 4；
分集次数为 4 时，交织器个数为 8，每部分的交织器个数为 2；
分集次数为 5 时，交织器个数为 10，每部分的交织器个数为 2；
分集次数为 7 时，交织器个数为 14，每部分的交织器个数为 2；
分集次数为 11 时，交织器个数为 11，每部分的交织器个数为 1。

- 20 所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

将所述载荷数据分成多个部分分别进行拷贝，每个部分有一个或者多个交织器，将交织器输出的结果作为每个部分拷贝时子载波的映射地址，且每次拷贝选取不同的交织器。

所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

- 25 所述将信道编码后的帧控制数据和载荷数据调制到子载波上包括：

将信道编码后的帧控制数据和载荷数据分别进行星座图映射；

对映射后的帧控制数据和载荷数据进行加扰，并调制到对应的子载波上。

所述处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

- 5 对调制后的帧控制数据和载荷数据进行反傅里叶变换后，分别取反傅里叶变换后的帧控制数据和载荷数据的实部进行功率控制。

所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

对经过星座图映射的帧控制数据和载荷数据加入相位旋转因子，相位旋转参考值由伪随机产生，真实的相位为参考相位乘 $\pi/4$ ，其中，加扰

- 10 方式为：

$$\tilde{X}(k) = X(k) e^{j\frac{\pi}{4}\varphi(k)} \quad 0 \leq k \leq N-1$$

其中， $\tilde{X}(k)$ 表示加扰后的载荷数据的星座点， k 表示载波编号， $X(k)$ 表示加扰前的载荷数据的星座点， $\varphi(k)$ 表示随机产生的旋转因子。

所述处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

- 15 所述参考相位包含 1 号载波到 511 号载波。

所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

若采用 0 号频段，则其频段范围为 1.953~11.96MHz，载波的起始编号为 80，截止编号为 490；

- 20 若采用 1 号频段，则其频段范围为 2.441~5.615MHz，载波的起始编号为 100，截止编号为 230。

所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

对帧控制数据及载荷数据添加循环前缀，生成 OFDM 符号；

其中帧控制数据及载荷数据的 OFDM 符号时域点数为 1024，时间为 $40.96\mu\text{s}$ ；滚降间隔为 124 点，时间为 $4.96\mu\text{s}$ ；帧控制数据的保护间隔为

- 25 458 点，时间为 $18.32\mu\text{s}$ ；

载荷数据第一个符号和第二个符号的保护间隔为 458 点，时间为 $18.32\mu\text{s}$ ；载荷数据第三个符号之后的保护间隔为 264 点，时间为 $10.8\mu\text{s}$ 。

所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

所述时域前导符号由以下方法生成：

5 在频域根据前导相位表产生频域前导符号；

对所述频域前导符号进行反傅里叶变换并取实部进行功率控制，生成所述时域前导符号。

所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

在频域根据前导相位表产生前导序列，其产生方法为：

10
$$X(k) = e^{j\frac{\pi}{8}\varphi(k)} \quad 0 \leq k \leq N-1$$

其中， $X(k)$ 表示在频域产生的前导序列， k 为子载波符号， $\varphi(k)$ 表示随机产生的参考相位。

所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：所述前导的数据格式为 10.5 个 A 和 2.5 个 -A，其中，开始的 0.5 个 A 是 A 的后半部分，最后的 0.5 个 -A 是 -A 的前半部分。

15

所述处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：所述前导的时域点数为 1024，时间为 $40.96\mu\text{s}$ 。

所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：帧控制信号的个数和采用的频段相关；

20 若采用 0 号频段，则帧控制信号的个数为 4 个；

若采用 1 号频段，则帧控制信号的个数为 12 个。

本发明实施例还提供一种信号处理装置，包括：

第二存储器，配置为存储可执行程序；

第二处理器，配置为通过运行所述第二存储器中存储的可执行程序时，

25 执行：

从模拟前端接收数据信号后，对所述数据信号进行增益处理；
对经增益处理后的数据信号进行时钟/帧同步；
对时钟/帧同步后的数据进行傅里叶变换；
将傅里叶变换后的数据进行解调，生成帧控制输出和载荷输出。

- 5 所述第二处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：
将所述傅里叶变换后的数据分为帧控制数据和载荷数据；
分别对所述帧控制数据和载荷数据进行分集合并；
分别对分集合并后的帧控制数据和载荷数据进行信道解交织；
分别对信道解交织后的帧控制数据和载荷数据进行 Turbo 解码；
10 分别输出 Turbo 解码后的帧控制数据和载荷数据。
所述第二处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：
对所述 Turbo 解码后的载荷数据去扰。

本发明实施例还提供一种存储介质，存储有可执行程序，所述可执行程序被处理器运行时，执行：

- 15 接收来自链路层的数据，将所述数据分为帧控制数据和载荷数据；
分别对所述帧控制数据和载荷数据进行信道编码，并将信道编码后的帧控制数据和载荷数据调制到子载波上；
对调制后的帧控制数据和载荷数据进行反傅里叶变换，并分别进行功率控制，生成时域帧控制符号和时域载荷符号；
20 对所述时域帧控制符号和所述时域载荷符号加循环前缀，并加时域前导符号后再进行加窗处理，生成物理层发射信号。
所述可执行程序被处理器运行时，执行：
分别对帧控制数据和载荷数据进行 Turbo 编码；
分别对经过 Turbo 编码的帧控制数据和载荷数据进行信道交织；
25 分别对经过信道交织的帧控制数据和载荷数据进行分集拷贝。

所述可执行程序被处理器运行时，执行：对所述载荷数据进行加扰。

所述可执行程序被处理器运行时，执行：对所述帧控制数据分别使用第一分量编码器和第二分量编码器进行编码，其中，所述第二分量编码器的输入信号先经过 Turbo 交织。

5 所述可执行程序被处理器运行时，执行：所述 Turbo 交织按照双比特为单位进行交织，交织长度等于原始数据块长度的双比特数量。

所述可执行程序被处理器运行时，执行：对经过 Turbo 编码的帧控制数据进行信道交织时，将所述帧控制数据的信息位和校验位分开交织；

10 其中，对经过 Turbo 编码的帧控制数据进行信息位交织时，将信息比特按照列进行出的方式，通过读取不同行，将信息位打乱；进行校验位交织时，从偏移量地址开始读取，将信息比特按照列进行出的方式，通过读取不同行，将信息位打乱。

所述可执行程序被处理器运行时，执行：

15 在分别对所述帧控制数据的信息位和校验位交织后，再在所述信息位和校验位之间进行交织。

所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时，执行：

对经过信道交织的帧控制数据进行分集拷贝时，将输入的比特数据拷贝到频域子载波上，并根据需求决定拷贝次数，以此设定 I 路和 Q 路的偏置差。

20 所述可执行程序被处理器运行时，执行：

对载荷数据进行 Turbo 编码时，Turbo 编码分量编码器中的寄存器状态和咬尾矩阵相关，咬尾矩阵由物理块大小和分量编码器的生成多项式决定。

所述可执行程序被处理器运行时，执行：

25 所述链路层的数据包含有载波映射表，所述载波映射表中规定有物

理层的编码码率、调制方式、拷贝方式、采用的物理块类型信息；所述物理层按照载波映射表索引规定的模式进行编码。

所述可执行程序被处理器运行时，执行：

对经过信道交织的载荷数据进行分集拷贝时，拷贝次数与拷贝时的

5 交织器个数的关系为：

分集次数为 2 时，交织器个数为 8，每部分的交织器个数为 4；

分集次数为 4 时，交织器个数为 8，每部分的交织器个数为 2；

分集次数为 5 时，交织器个数为 10，每部分的交织器个数为 2；

分集次数为 7 时，交织器个数为 14，每部分的交织器个数为 2；

10 分集次数为 11 时，交织器个数为 11，每部分的交织器个数为 1。

所述可执行程序被处理器运行时，执行：

将所述载荷数据分成多个部分分别进行拷贝，每个部分有一个或者多个交织器，将交织器输出的结果作为每个部分拷贝时子载波的映射地址，且每次拷贝选取不同的交织器。

15 所述可执行程序被处理器运行时，执行：

所述将信道编码后的帧控制数据和载荷数据调制到子载波上包括：

将信道编码后的帧控制数据和载荷数据分别进行星座图映射；

对映射后的帧控制数据和载荷数据进行加扰，并调制到对应的子载波上。

20 所述可执行程序被处理器运行时，执行：

对调制后的帧控制数据和载荷数据进行反傅里叶变换后，分别取反傅里叶变换后的帧控制数据和载荷数据的实部进行功率控制。

所述可执行程序被处理器运行时，执行：

25 对经过星座图映射的帧控制数据和载荷数据加入相位旋转因子，相位旋转参考值由伪随机产生，真实的相位为参考相位乘 $\pi/4$ ，其中，加扰

方式为:

$$\tilde{X}(k) = X(k) e^{j\frac{\pi}{4}\varphi(k)} \quad 0 \leq k \leq N-1$$

其中, $\tilde{X}(k)$ 表示加扰后的载荷数据的星座点, k 表示载波编号, $X(k)$ 表示加扰前的载荷数据的星座点, $\varphi(k)$ 表示随机产生的旋转因子。

5 所述处理器还用于运行所述计算机程序时, 执行:

所述参考相位包含 1 号载波到 511 号载波。

所述可执行程序被处理器运行时, 执行:

若采用 0 号频段, 则其频段范围为 1.953~11.96MHz, 载波的起始编号为 80, 截止编号为 490;

10 若采用 1 号频段, 则其频段范围为 2.441~5.615MHz, 载波的起始编号为 100, 截止编号为 230。

所述可执行程序被处理器运行时, 执行:

对帧控制数据及载荷数据添加循环前缀, 生成 OFDM 符号;

其中帧控制数据及载荷数据的 OFDM 符号时域点数为 1024, 时间为
15 40.96 μ s; 滚降间隔为 124 点, 时间为 4.96 μ s; 帧控制数据的保护间隔为 458 点, 时间为 18.32 μ s;

载荷数据第一个符号和第二个符号的保护间隔为 458 点, 时间为 18.32 μ s; 载荷数据第三个符号之后的保护间隔为 264 点, 时间为 10.8 μ s。

所述可执行程序被处理器运行时, 执行:

20 所述时域前导符号由以下方法生成:

在频域根据前导相位表产生频域前导符号;

对所述频域前导符号进行反傅里叶变换并取实部进行功率控制, 生成所述时域前导符号。

所述可执行程序被处理器运行时, 执行:

25 在频域根据前导相位表产生前导序列, 其产生方法为:

$$X(k) = e^{j\frac{\pi}{8}\varphi(k)} \quad 0 \leq k \leq N-1$$

其中, $X(k)$ 表示在频域产生的前导序列, k 为子载波符号, $\varphi(k)$ 表示随机产生的参考相位。

所述可执行程序被处理器运行时, 执行:

- 5 所述第一处理器还用于运行所述计算机程序时, 执行: 所述前导的数据格式为 10.5 个 A 和 2.5 个 -A, 其中, 开始的 0.5 个 A 是 A 的后半部分, 最后的 0.5 个 -A 是 -A 的前半部分。

所述处理器还用于运行所述计算机程序时, 执行: 所述前导的时域点数为 1024, 时间为 $40.96 \mu\text{s}$ 。

- 10 所述可执行程序被处理器运行时, 执行:

帧控制信号的个数和采用的频段相关;

若采用 0 号频段, 则帧控制信号的个数为 4 个;

若采用 1 号频段, 则帧控制信号的个数为 12 个。

- 15 本发明实施例还一种存储介质, 存储有可执行程序, 所述可执行程序被处理器运行时, 执行:

从模拟前端接收数据信号后, 对所述数据信号进行增益处理;

对经增益处理后的数据信号进行时钟/帧同步;

对时钟/帧同步后的数据进行傅里叶变换;

将傅里叶变换后的数据进行解调, 生成帧控制输出和载荷输出。

- 20 所述可执行程序被处理器运行时, 执行:

将所述傅里叶变换后的数据分为帧控制数据和载荷数据;

分别对所述帧控制数据和载荷数据进行分集合并;

分别对分集合并后的帧控制数据和载荷数据进行信道解交织;

分别对信道解交织后的帧控制数据和载荷数据进行 Turbo 解码;

- 25 分别输出 Turbo 解码后的帧控制数据和载荷数据。

所述可执行程序被处理器运行时，执行：

对所述 Turbo 解码后的载荷数据去扰。

本发明上述信息处理装置如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，也可以存储在一个计算机可读取存储介质中。

- 5 基于这样的理解，本发明实施例的技术方案本质上或者说对相关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一个存储介质中，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方法的全部或部分。而前述的存储介质包括：移动存储设备、RAM、ROM、
10 磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述实施例仅是为充分说明本发明而所举的较佳的实施例，本发明的保护范围不限于此。本技术领域的技术人员在本发明基础上所作的等同替代或变换，均在本发明的保护范围之内。本发明的保护范围以权利要求书为准。

15 工业实用性

- 本发明实施例中，接收来自链路层的数据，将所述数据分为帧控制数据和载荷数据；分别对所述帧控制数据和载荷数据进行信道编码，并将信道编码后的帧控制数据和载荷数据调制到子载波上；对调制后的帧控制数据和载荷数据进行反傅里叶变换，并分别进行功率控制，生成时
20 域帧控制符号和时域载荷符号；对所述时域帧控制符号和所述时域载荷符号加循环前缀，并加时域前导符号后再进行加窗处理，生成物理层发射信号。该方法具有较高的频带利用率，较高的传输速率，较强的抗码间干扰能力和较强的抗信道衰落能力。

权利要求书

1、一种信号处理方法，包括：

接收来自链路层的数据，将所述数据分为帧控制数据和载荷数据；

分别对所述帧控制数据和载荷数据进行信道编码，并将信道编码后的帧控制数据和载荷数据调制到子载波上；

对调制后的帧控制数据和载荷数据进行反傅里叶变换，并分别进行功率控制，生成时域帧控制符号和时域载荷符号；

对所述时域帧控制符号和所述时域载荷符号加循环前缀，并加时域前导符号后再进行加窗处理，生成物理层发射信号。

2、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述对所述帧控制数据和载荷数据进行的信道编码包括：

分别对帧控制数据和载荷数据进行 Turbo 编码；

分别对经过 Turbo 编码的帧控制数据和载荷数据进行信道交织；

分别对经过信道交织的帧控制数据和载荷数据进行分集拷贝。

3、如权利要求 2 所述的方法，其中，在对所述载荷数据进行 Turbo 编码前，还包括：对所述载荷数据进行加扰。

4、如权利要求 2 所述的方法，其中，对所述帧控制数据进行 Turbo 编码包括：

对所述帧控制数据分别使用第一分量编码器和第二分量编码器进行编码，其中，所述第二分量编码器的输入信号先经过 Turbo 交织。

5、如权利要求 4 所述的方法，其中，所述 Turbo 交织按照双比特为单位进行交织，交织长度等于原始数据块长度的双比特数量。

6、如权利要求 2 所述的方法，其中，对经过 Turbo 编码的帧控制数据进行信道交织时，将所述帧控制数据的信息位和校验位分开交织；

其中，对经过 Turbo 编码的帧控制数据进行信息位交织时，将信息比

特按照列进行出的方式，通过读取不同行，将信息位打乱；进行校验位交织时，从偏移量地址开始读取，将信息比特按照列进行出的方式，通过读取不同行，将信息位打乱。

7、如权利要求 6 所述的方法，其中，在分别对所述帧控制数据的信息位和校验位交织后，再在所述信息位和校验位之间进行交织。

8、如权利要求 2 所述的方法，其中，对经过信道交织的帧控制数据进行分集拷贝时，将输入的比特数据拷贝到频域子载波上，并根据需求决定拷贝次数，以此设定 I 路和 Q 路的偏置差。

9、如权利要求 2 所述的方法，其中，对载荷数据进行 Turbo 编码时，Turbo 编码分量编码器中的寄存器状态和咬尾矩阵相关，咬尾矩阵由物理块大小和分量编码器的生成多项式决定。

10、如权利要求 2 所述的方法，其中，所述链路层的数据包含有载波映射表，所述载波映射表中规定有物理层的编码码率、调制方式、拷贝方式、采用的物理块类型信息；所述物理层按照载波映射表索引规定的模式进行编码。

11、如权利要求 2 所述的方法，其中，对经过信道交织的载荷数据进行分集拷贝时，拷贝次数与拷贝时的交织器个数的关系为：

分集次数为 2 时，交织器个数为 8，每部分的交织器个数为 4；

分集次数为 4 时，交织器个数为 8，每部分的交织器个数为 2；

20 分集次数为 5 时，交织器个数为 10，每部分的交织器个数为 2；

分集次数为 7 时，交织器个数为 14，每部分的交织器个数为 2；

分集次数为 11 时，交织器个数为 11，每部分的交织器个数为 1。

12、如权利要求 11 所述的方法，其中，将所述载荷数据分成多个部分分别进行拷贝，每个部分有一个或者多个交织器，将交织器输出的结果作为每个部分拷贝时子载波的映射地址，且每次拷贝选取不同的交织

25

器。

13、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述将信道编码后的帧控制数据和载荷数据调制到子载波上包括：

将信道编码后的帧控制数据和载荷数据分别进行星座图映射；

5 对映射后的帧控制数据和载荷数据进行加扰，并调制到对应的子载波上。

14、如权利要求 13 所述的方法，其中，对调制后的帧控制数据和载荷数据进行反傅里叶变换后，分别取反傅里叶变换后的帧控制数据和载荷数据的实部进行功率控制。

10 15、如权利要求 13 所述的方法，其中，对经过星座图映射的帧控制数据和载荷数据加入相位旋转因子，相位旋转参考值由伪随机产生，真实的相位为参考相位乘 $\pi/4$ ，其中，加扰方式为：

$$\tilde{X}(k) = X(k) e^{j\frac{\pi}{4}\varphi(k)} \quad 0 \leq k \leq N-1$$

15 其中， $\tilde{X}(k)$ 表示加扰后的载荷数据的星座点， k 表示载波编号， $X(k)$ 表示加扰前的载荷数据的星座点， $\varphi(k)$ 表示随机产生的旋转因子。

16、如权利要求 15 所述的方法，其中，所述参考相位包含 1 号载波到 511 号载波。

17、如权利要求 16 所述的方法，其中，若采用 0 号频段，则其频段范围为 1.953~11.96MHz，载波的起始编号为 80，截止编号为 490；

20 若采用 1 号频段，则其频段范围为 2.441~5.615MHz，载波的起始编号为 100，截止编号为 230。

18、如权利要求 1 所述的方法，其中，对帧控制数据及载荷数据添加循环前缀，生成 OFDM 符号；

25 其中帧控制数据及载荷数据的 OFDM 符号时域点数为 1024，时间为 $40.96\mu\text{s}$ ；滚降间隔为 124 点，时间为 $4.96\mu\text{s}$ ；帧控制数据的保护间隔为

458 点，时间为 $18.32\mu\text{s}$ ；

载荷数据第一个符号和第二个符号的保护间隔为 458 点，时间为 $18.32\mu\text{s}$ ；载荷数据第三个符号之后的保护间隔为 264 点，时间为 $10.8\mu\text{s}$ 。

19、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述时域前导符号由以下方法生成：

在频域根据前导相位表产生频域前导符号；

对所述频域前导符号进行反傅里叶变换并取实部进行功率控制，生成所述时域前导符号。

20、如权利要求 18 所述的方法，其中，在频域根据前导相位表产生前导序列，其产生方法为：

$$X(k) = e^{j\frac{\pi}{8}\varphi(k)} \quad 0 \leq k \leq N-1$$

其中， $X(k)$ 表示在频域产生的前导序列， k 为子载波符号， $\varphi(k)$ 表示随机产生的参考相位。

21、如权利要求 18 所述的方法，其中，所述前导的数据格式为 10.5 个 A 和 2.5 个 -A，其中，开始的 0.5 个 A 是 A 的后半部分，最后的 0.5 个 -A 是 -A 的前半部分。

22、如权利要求 18 所述的方法，其中，所述前导的时域点数为 1024，时间为 $40.96\mu\text{s}$ 。

23、如权利要求 1 所述的方法，其中，帧控制信号的个数和采用的频段相关；

若采用 0 号频段，则帧控制信号的个数为 4 个；

若采用 1 号频段，则帧控制信号的个数为 12 个。

24、一种信号处理方法，包括：

从模拟前端接收数据信号后，对所述数据信号进行增益处理；

对经增益处理后的数据信号进行时钟/帧同步；

对时钟/帧同步后的数据进行傅里叶变换;

将傅里叶变换后的数据进行解调,生成帧控制输出和载荷输出。

25、如权利要求 24 所述的方法,其中,所述将傅里叶变换后的数据进行解调包括:

- 5 将所述傅里叶变换后的数据分为帧控制数据和载荷数据;
分别对所述帧控制数据和载荷数据进行分集合并;
分别对分集合并后的帧控制数据和载荷数据进行信道解交织;
分别对信道解交织后的帧控制数据和载荷数据进行 Turbo 解码;
分别输出 Turbo 解码后的帧控制数据和载荷数据。

- 10 26、如权利要求 25 所述的方法,其中,对所述载荷数据进行 Turbo 解码后,还包括:

对所述 Turbo 解码后的载荷数据去扰。

27、一种信号处理装置,包括:

第一存储器,配置为存储可执行程序;

- 15 第一处理器,配置为通过执行所述第一存储器中存储的可执行程序时,实现权利要求 1-23 所述的信号处理方法。

28、一种信号处理装置,包括:

第二存储器,配置为存储可执行程序;

- 20 第二处理器,配置为通过执行所述第二存储器中存储的可执行程序时,实现权利要求 24-26 所述的信号处理方法。

29、一种存储介质,存储有可执行程序,所述可执行程序被处理器执行时,实现权利要求 1-23 任一项所述的信号处理方法。

30、一种存储介质,存储有可执行程序,所述可执行程序被处理器执行时,实现权利要求 24-26 任一项所述的信号处理方法。

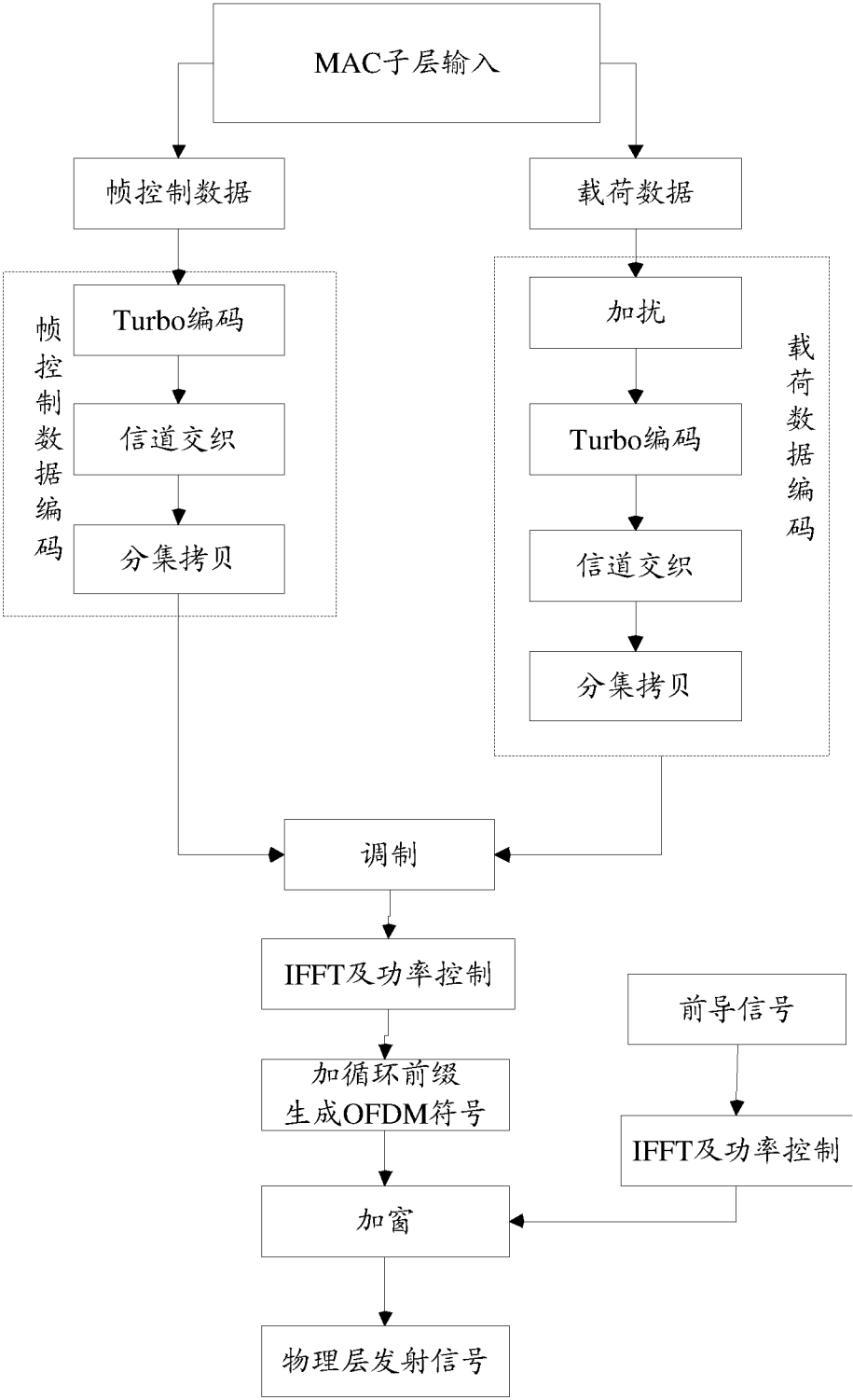


图 1

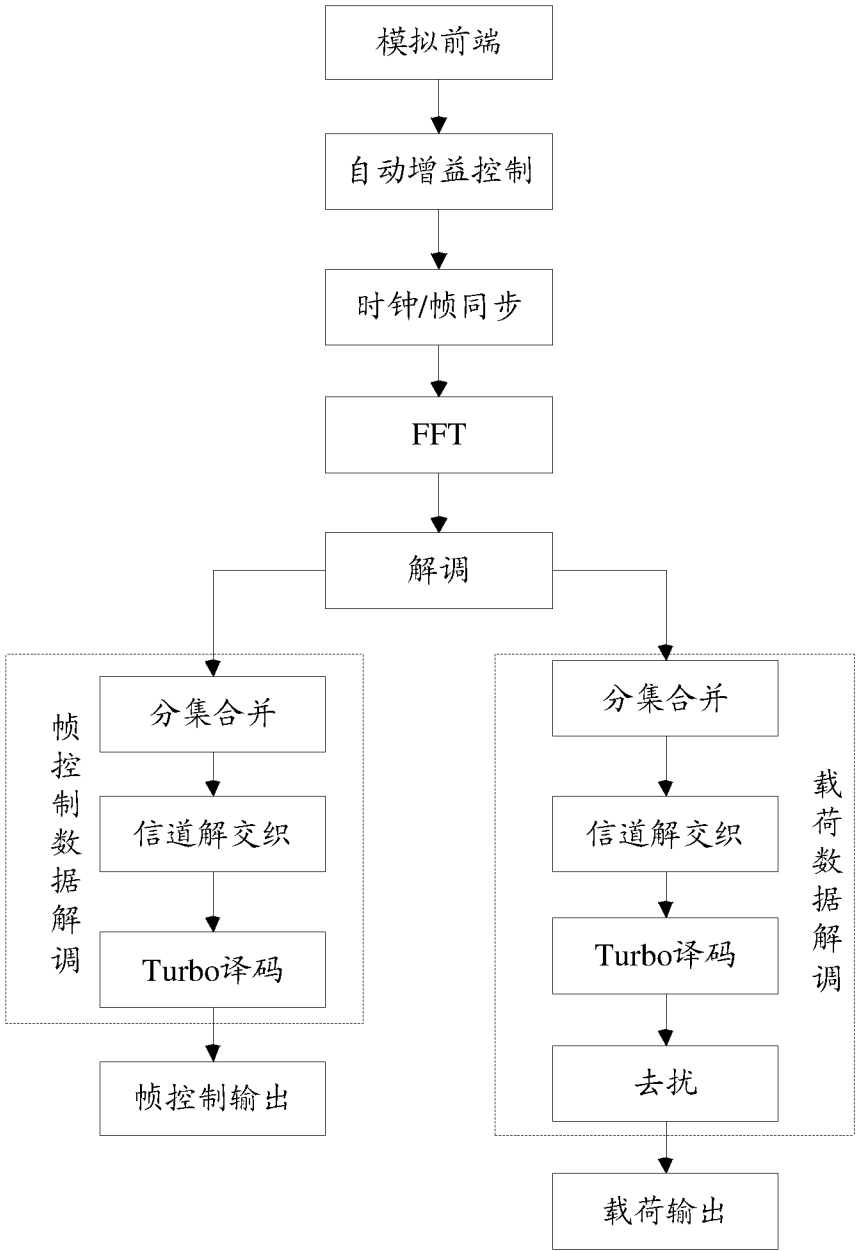


图 2

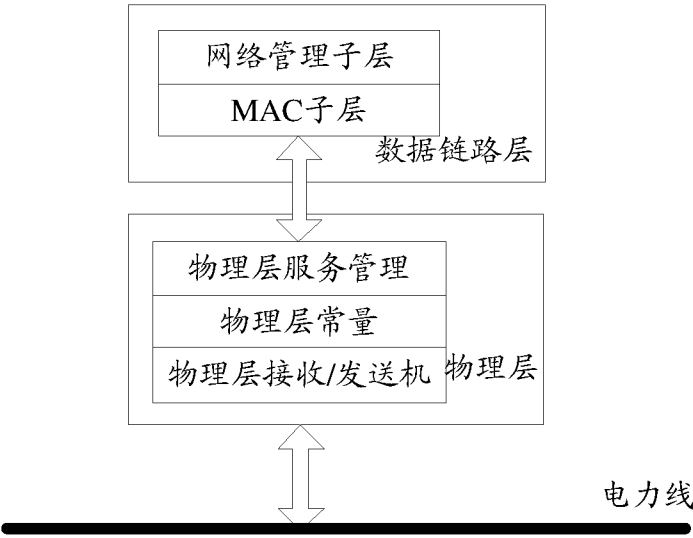


图 3

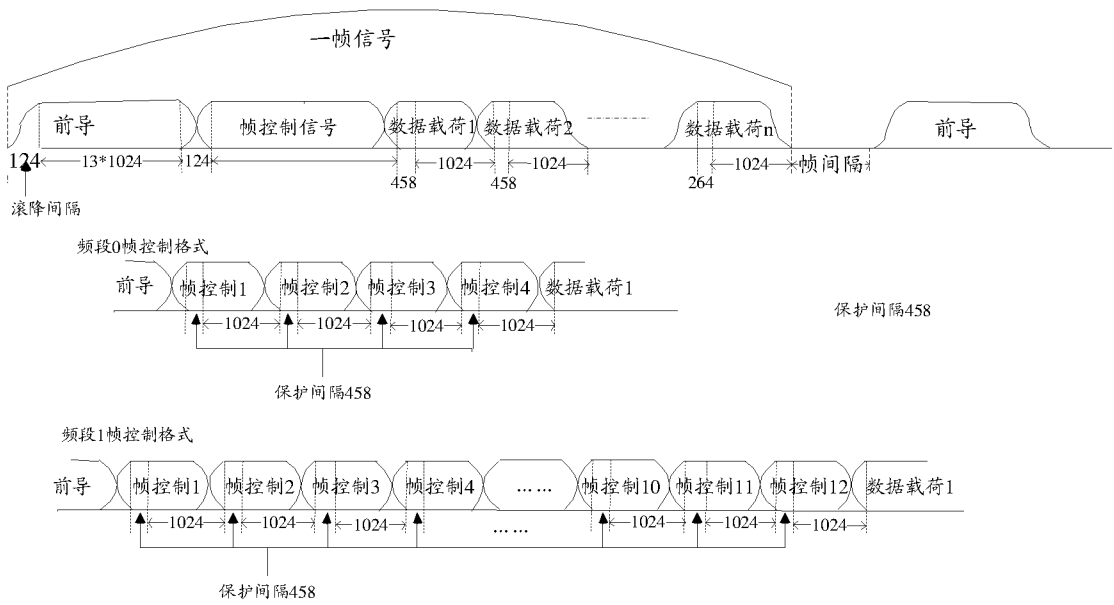


图 4

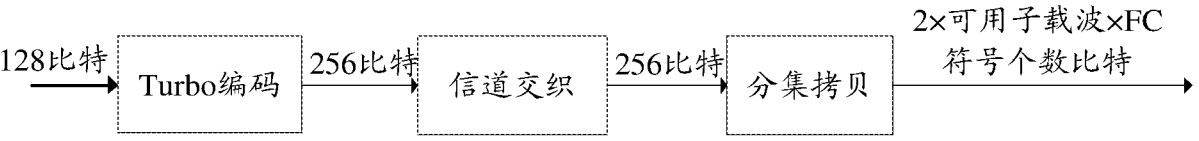


图 5

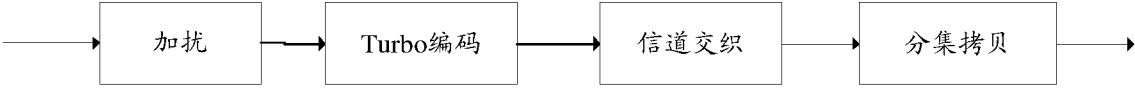


图 6

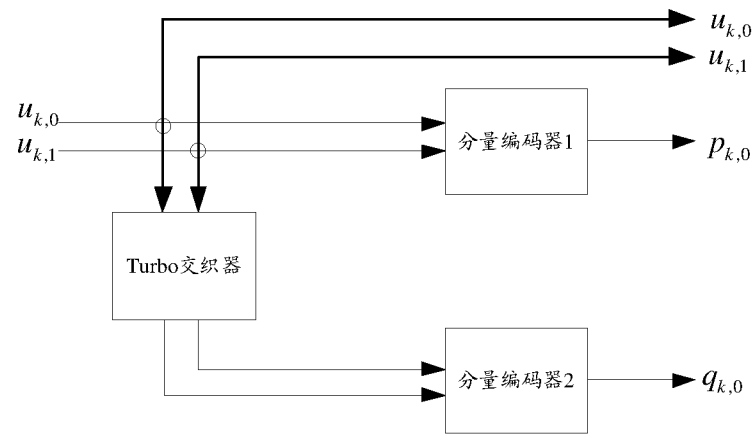


图 7

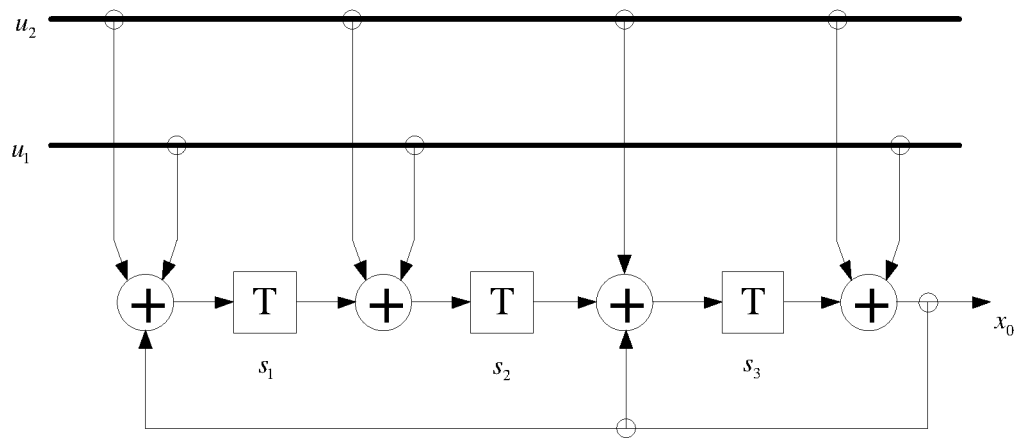


图 8

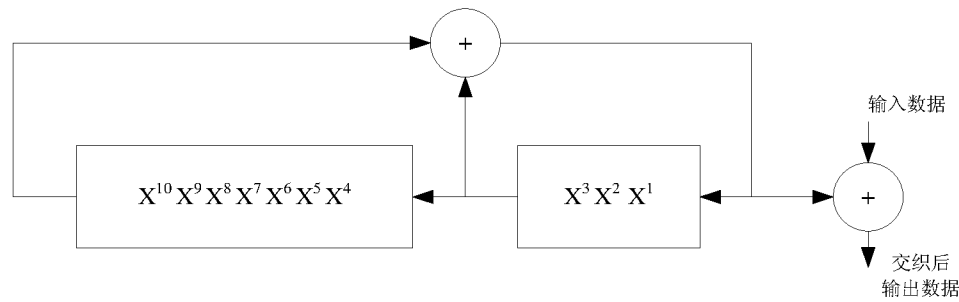


图 9

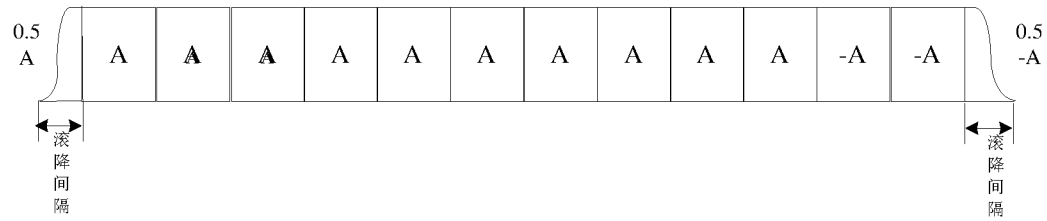


图 10

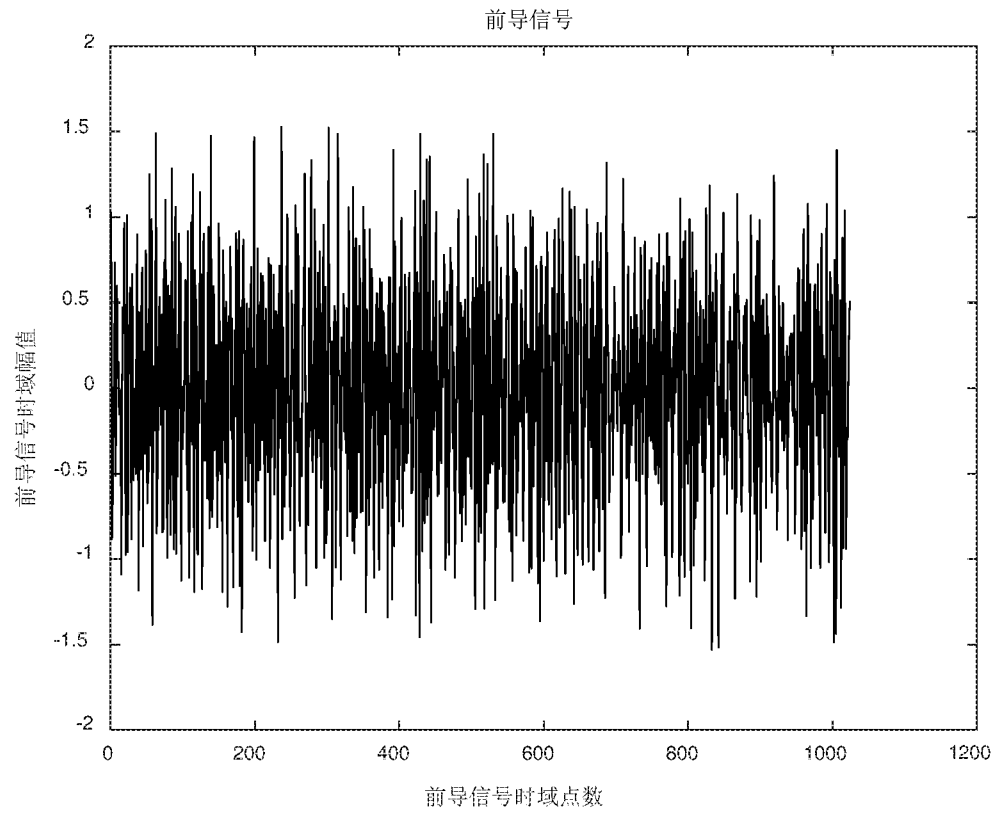


图 11

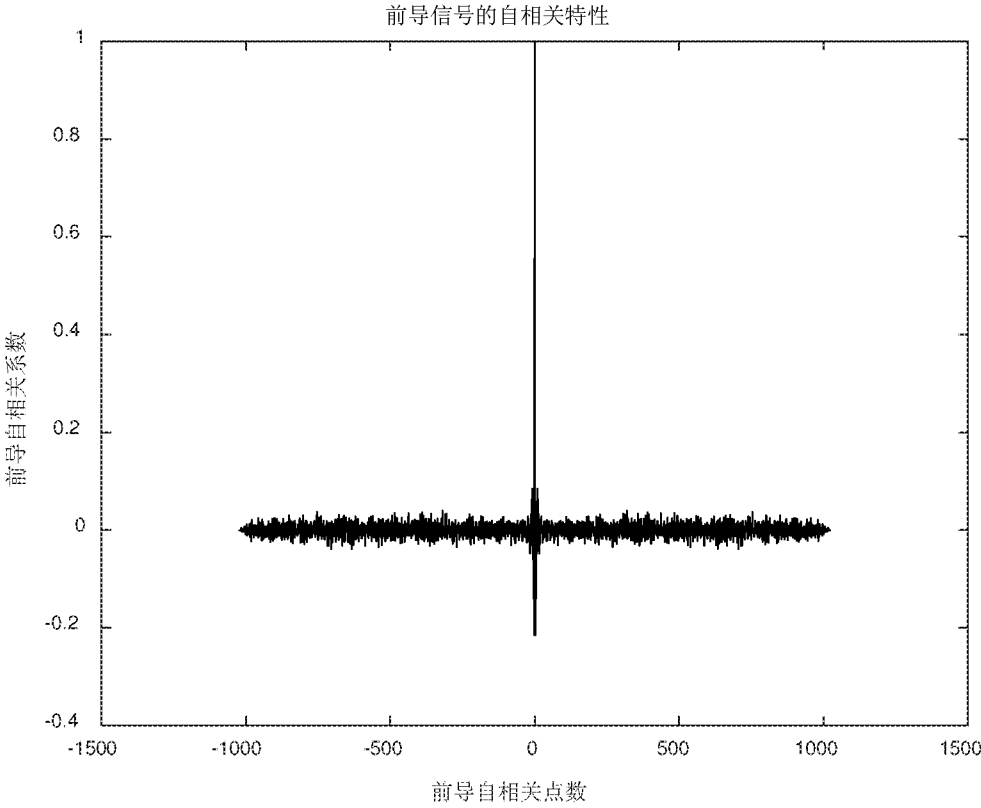


图 12

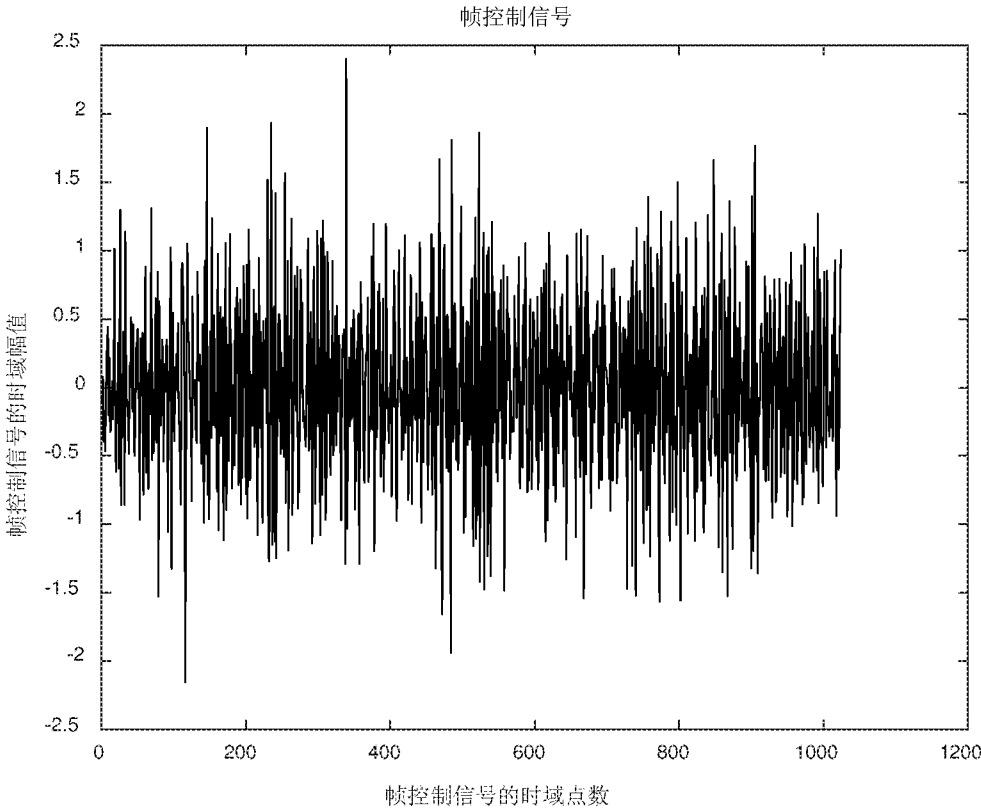


图 13

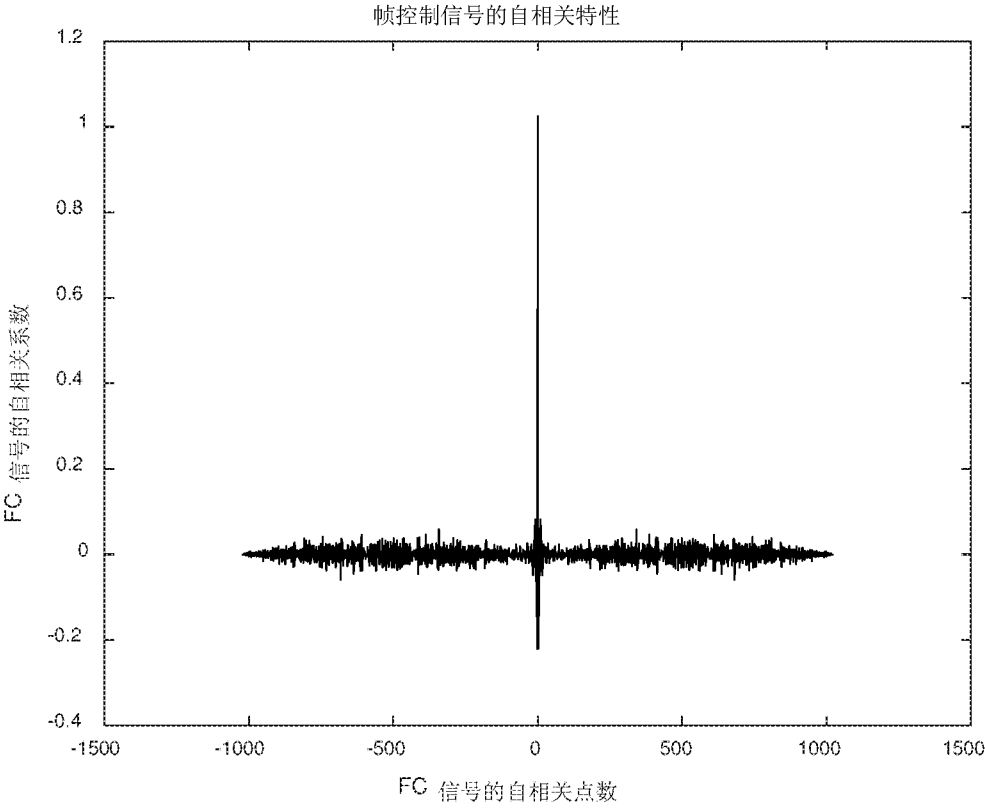


图 14

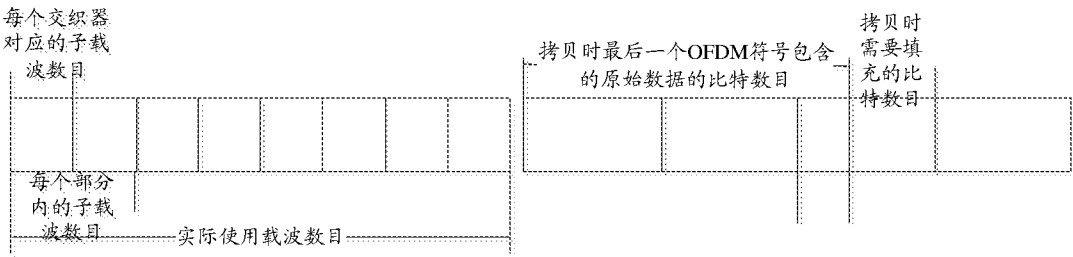


图 15

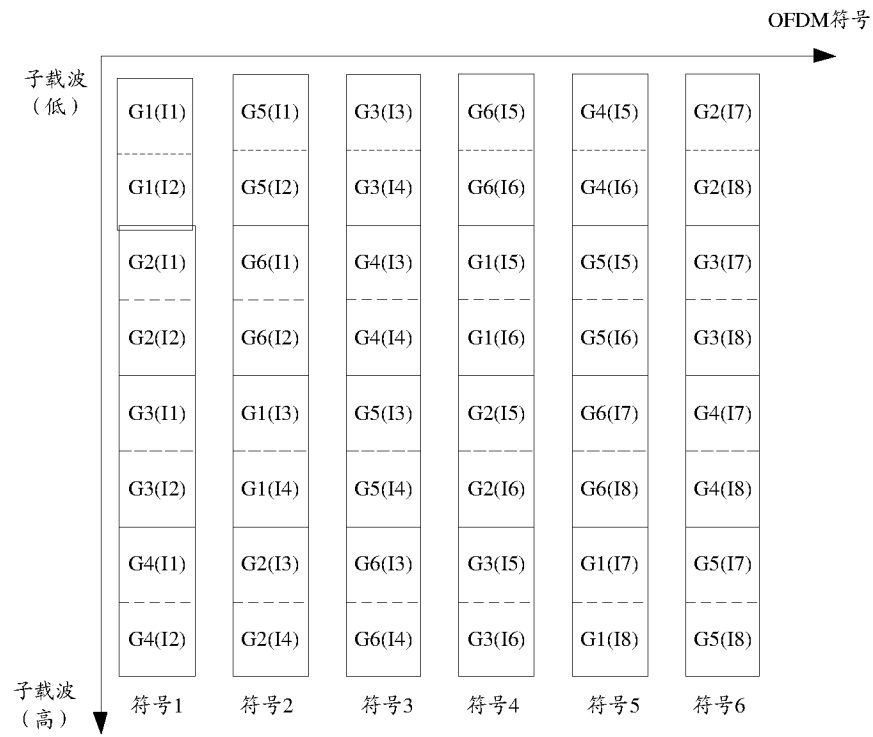


图 16

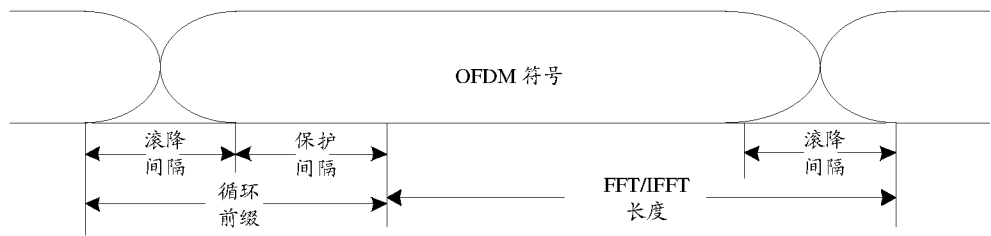


图 17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/107880

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 27/26 (2006.01) i; H04B 3/54 (2006.01) i; 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; H04B

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)

CPRSABS, CNKI, CNTXT, DWPI, VEN: 控制, 负载, 载荷, 信道编码, 帧控制, 数据, 分别, 单独, 分开, 载波, 电力, OFDM+, frame+, control+, payload+, data+, channel+, encode+, modulat+, carrier+, power+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106603457 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE et al.), 26 April 2017 (26.04.2017), description, pages 11-34	1-30
X	CN 106100697 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE et al.), 09 November 2016 (09.11.2016), description, pages 3-5	1, 13, 14, 19, 23, 24, 27-30
Y	CN 106100697 A (CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE et al.), 09 November 2016 (09.11.2016), description, pages 3-5	2-5, 8-10, 25, 26
Y	CN 105103460 A (MARVELL INTERNATIONAL LTD.), 25 November 2015 (25.11.2015), description, paragraph 0068	2-5, 8-10, 25, 26
X	CN 102202030 A (BEIJING SMART NETWORKS NENGDA TECHNOLOGY CO., LTD.), 28 September 2011 (28.09.2011), description, pages 5-7	1, 13, 14, 19, 23, 24, 27-30
A	EP 2509248 A2 (LANTIQ DEUTSCHLAND GMBH), 10 October 2012 (10.10.2012), entire document	1-30

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 11 January 2018	Date of mailing of the international search report 17 January 2018
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer LIU, Qiongyan Telephone No. (86-10) 62088413

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/107880

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106603457 A	26 April 2017	None	
CN 106100697 A	09 November 2016	None	
CN 105103460 A	25 November 2015	EP 2959604 A1	30 December 2015
		WO 2014128567 A1	28 August 2014
		US 9544016 B2	10 January 2017
		KR 20150121008 A	28 October 2015
		JP 2016510189 A	04 April 2016
		US 2014241441 A1	28 August 2014
CN 102202030 A	28 September 2011	CN 102202030 B	30 October 2013
EP 2509248 A2	10 October 2012	EP 2509248 B1	07 June 2017
		US 2013094517 A1	18 April 2013
		US 9166860 B2	20 October 2015
		EP 2509248 A3	09 December 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/107880

A. 主题的分类

H04L 27/26(2006.01)i; H04B 3/54(2006.01)i; 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; H04B

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))

CPRSABS, CNKI, CNTXT, DWPI, VEN:控制, 负载, 载荷, 信道编码, 帧控制, 数据, 分别, 单独, 分开, 载波, 电力, OFDM+, frame+, control+, payload+, data+, channel+, encode+, modulat+, carrier+, power+

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
PX	CN 106603457 A (中国电力科学研究院等) 2017年 4月 26日 (2017 - 04 - 26) 说明书第11-34页	1-30
X	CN 106100697 A (中国电力科学研究院等) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 说明书第3-5页	1, 13, 14, 19, 23, 24, 27-30
Y	CN 106100697 A (中国电力科学研究院等) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 说明书第3-5页	2-5, 8-10, 25, 26
Y	CN 105103460 A (马维尔国际贸易有限公司) 2015年 11月 25日 (2015 - 11 - 25) 说明书第0068段	2-5, 8-10, 25, 26
X	CN 102202030 A (北京智网能达科技有限公司) 2011年 9月 28日 (2011 - 09 - 28) 说明书第5-7页	1, 13, 14, 19, 23, 24, 27-30
A	EP 2509248 A2 (LANTIQ DEUTSCHLAND GMBH) 2012年 10月 10日 (2012 - 10 - 10) 全文	1-30

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“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

2018年 1月 11日

国际检索报告邮寄日期

2018年 1月 17日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

刘琼艳

传真号 (86-10)62019451

电话号码 (86-10)62088431

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/107880

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	106603457	A	2017年 4月 26日	无			
CN	106100697	A	2016年 11月 9日	无			
CN	105103460	A	2015年 11月 25日	EP	2959604	A1	2015年 12月 30日
				WO	2014128567	A1	2014年 8月 28日
				US	9544016	B2	2017年 1月 10日
				KR	20150121008	A	2015年 10月 28日
				JP	2016510189	A	2016年 4月 4日
				US	2014241441	A1	2014年 8月 28日
CN	102202030	A	2011年 9月 28日	CN	102202030	B	2013年 10月 30日
EP	2509248	A2	2012年 10月 10日	EP	2509248	B1	2017年 6月 7日
				US	2013094517	A1	2013年 4月 18日
				US	9166860	B2	2015年 10月 20日
				EP	2509248	A3	2015年 12月 9日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)