

(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
2006 年 7 月 6 日 (06.07.2006)



(10) 国际公布号
WO 2006/069477 A1

(51) 国际专利分类号:
H03F 1/32 (2006.01)

[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)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2004/001542

(74) 代理人: 北京市中咨律师事务所 (BEIJING
ZHONGZI LAW OFFICE); 中国北京市西城区
阜成门北大街6号-9国际投资大厦C座17层, Beijing
100034 (CN)。

(22) 国际申请日: 2004 年 12 月 28 日 (28.12.2004)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 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)。

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE,
DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ,
LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN,
MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,
RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW。

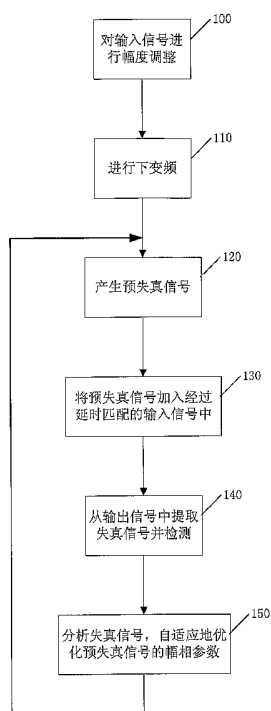
(72) 发明人; 及

(75) 发明人/申请人 (仅对美国): 茹洪涛 (RU, Hongtao)

[见续页]

(54) Title: A METHOD AND EQUIPMENT OF SIMULATING PREDISTORTION LINEARIZATION

(54) 发明名称: 模拟预失真线性化方法及实现所述方法的装置



100. ADJUST THE SIGNAL'S AMPLITUDE
110. DOWN CONVERSION
120. PRODUCE PREDISTORTION SIGNAL
130. ADD THE SAID PREDISTORTION SIGNAL TO THE INPUT SIGNAL
WHICH HAS BEEN DELAY MATCHING PROCESSED
140. ABSTRACT DISTORTION SIGNAL FROM THE OUTPUT SIGNAL
AND DETECT IT
150. ANALYZE PREDISTORTION SIGNAL ADAPTING OPTIMIZE THE
DISTORTION SIGNAL'S AMPLITUDE AND PHASE PARAMETER

(57) Abstract: A method of simulating predistortion linearization, includes: adjust the input signal's amplitude, and convert the frequency to the intermediate frequency or low frequency; produce predistortion signal; add the said predistortion signal to the input signal to transmit together, which has been delay matching processed; distortion detect the transmission signal, and adaptation optimize the predistortion signal's amplitude and phase parameter. The invention eliminates non-linearity produced by transmission channel or device by means of producing simulation (3) exponent, (5) exponent, (7) exponent even much higher exponent predistortion signal, and adaptation adjust by the output distortion detection. The invention is easy realizable and producible, and has low cost.

(57) 摘要: 一种模拟预失真线性化方法, 包括: 对输入信号进行幅度调整, 并变频到中频或低频; 产生预失真信号; 将所述预失真信号加入经过延时匹配处理的输入信号中一起传输; 对传输后的信号进行失真检测, 并自适应地优化预失真信号的幅度和相位参数。本发明通过产生的模拟三阶、五阶、七阶预失真信号甚至更高阶的预失真信号消除发射通道或设备产生的非线性, 并通过输出失真的检测自适应地进行调整, 具有较强的可实现性以及可生产性, 成本较低。

WO 2006/069477 A1



(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告。

所引用双字母代码及其它缩写符号, 请参考刊登在每期PCT公报期刊起始的“代码及缩写符号简要说明”。

模拟预失真线性化方法及实现所述方法的装置

技术领域

本发明涉及通信系统中的线性化技术，具体地说，涉及其中的模拟预失真线性化方法及装置。

背景技术

随着通信技术的发展，为了能在系统中传送更多的信息，传输的信号往往具有更宽的带宽，并且信号的幅度和相位也都携带有信息，这会大大增加信号的峰均比，从而使系统的非线性情况更加严重。对于通信系统来说，这些非线性作为干扰是非常有害的，因此系统需要对产生的非线性提出比较高的要求，以减弱非线性带来的影响。

信号通过发送通道和发送设备进行发送，而这些通道和设备往往存在非线性，这种非线性会造成信号的频谱扩散，从而对相邻邻道产生干扰。而目前通信系统信号的特点是带宽宽、峰均比大，这又会使系统的非线性更加严重，因为宽带信号由于非线性产生的新的频率分量将更加丰富，而且为了在信号出现峰值时减少由于峰值压缩而引起的频谱再生的产生，因此要保证发射通道或设备工作在较好的线性区，这也给系统设计和部件设计带来了很大压力。为达到系统对线性指标的要求，人们不得不牺牲效率来实现线性化的要求，并且希望通过线性化的手段缓和效率与线性之间的矛盾。

目前常用的线性化技术包括前馈线性化技术、反馈线性化技术和预失真线性化技术。

前馈线性化技术是通过将输出的非线性失真信号与输入的标准信号进行对比处理，取出失真信号，然后调整这个失真信号的幅度和相位，并且在保证延时匹配的情况下，在输出端对消失真信号。该技术的优点是可利用功率放大器自身的非线性失真来消除功率放大器的非线性失真，因此非线性匹配得比较好；缺点则有以下几点：1)主环和误差环需要很好的匹配；

2) 在输出端完成失真信号的对消会损耗输出功率; 3) 该技术主要采用射频电路实现, 可生产性相对较差; 4) 误差功率放大器需要较大功率; 5) 效率较低。

反馈线性化技术是将取出的失真信号再从输入端输入, 实现相对简单, 但由于时延无法匹配, 因此带宽受限, 并且会造成系统的不稳定。

预失真技术是在输入的标准信号中加入与通道特性相反的失真信号进行预先失真, 从而达到消除失真的目的, 该技术可使系统具有较高的效率, 并且电路的实现形式也较简单。预失真技术又分为模拟预失真技术和数字预失真技术两种。

模拟预失真技术是采用模拟电路来实现预失真的, 主要有两种方案。一种方案是利用一些模拟器件具有与信号发送通道或设备的非线性相反的特性来实现的, 这种方法相对简单, 但一致性差, 难于批量生产。另一种方案是采用模拟运算电路实现, 通过模拟运算电路计算出失真信号, 从而实现对非线性失真的削弱或消除, 但该方案比较依赖模拟器件的特性, 预失真的效果受模拟器件的特性影响较大, 并且电路形式也相对复杂。此外, 模拟器件或模拟运算电路的特性能够与待预失真的通道或设备的特性完全相反是很困难的, 只能近似匹配, 并且匹配区间很小, 同样给调试和生产带来了困难。

数字预失真技术通常是把预失真的参数保存在一个查询表格 (Look-Up Table, 简称 LUT) 中, 不同输入的 I、Q 信号调用不同的补偿量 ΔI 、 ΔQ , 然后通过对输出的失真检测, 自适应地刷新 LUT 中的预失真参数, 最终达到一个很好的预失真效果。此外, 数字预失真技术也可以先建立失真信号的模型, 将计算出的失真信号作为补偿信号一起加入信号的发送通道和设备, 然后通过输出的失真检测, 以自适应地调整预失真信号的参数, 从而达到减弱和消除信号失真的功能。但其采用的自适应算法较为复杂。

发明内容

本发明正是基于现有技术中的上述技术问题提出的，其目的在于提供一种模拟预失真线性化方法，可以有效消除信号的失真，并能实现很宽频带的预失真处理。

本发明的另一个目的在于提供一种实现上述模拟预失真线性化方法的装置，电路实现简单，具有很好的可生产性。

根据本发明的一个方面，提供一种模拟预失真线性化方法，包括：对输入信号进行幅度调整，并变频到中频或低频；产生预失真信号；将所述预失真信号加入经过延时匹配处理的输入信号中一起传输；对传输后的信号进行失真检测，并自适应地优化预失真信号的幅度和相位参数。

优选地，所述产生预失真信号的步骤进一步包括：计算变频后的输入信号产生的三阶预失真信号；对所述三阶预失真信号进行变频，恢复原来的频率；对变频后的三阶预失真信号进行幅度和相位的调整。

优选地，所述产生预失真信号的步骤进一步包括：计算变频后的输入信号产生的三阶预失真信号；根据变频后的输入信号和所述三阶预失真信号计算五阶预失真信号；对所述三阶和五阶预失真信号进行延时匹配；对所述两个预失真信号进行变频，恢复原来的频率；对变频后的所述两个预失真信号进行幅度和相位的调整；将所述两个预失真信号合成为新的预失真信号。

优选地，所述产生预失真信号的步骤进一步包括：计算变频后的输入信号产生的三阶预失真信号；根据变频后的输入信号和所述三阶预失真信号计算五阶预失真信号；根据变频后的输入信号、所述三阶失真信号和五阶失真信号计算七阶失真信号；将所述三阶、五阶和七阶失真信号进行延时匹配；对所述三阶、五阶和七阶预失真信号进行延时匹配；对所述三个预失真信号进行变频，恢复原来的频率；对变频后的所述三个预失真信号进行幅度和相位的调整；将所述三个预失真信号合成为新的预失真信号。

根据本发明的另一个方面，提供一种实现上述模拟预失真线性化方法的装置，包括：分别位于通信系统的发射通道或设备输入端和输出端的预失真处理模块和自适应处理模块；其中，

所述预失真处理模块，用于产生预失真信号并加入输入信号中，包括：
信号分配单元，用于将原始输入信号分成两路输入信号，其中第二路输入信号用于产生预失真信号；

第一延时匹配单元，用于对第一路输入信号进行延时匹配；

幅度调整单元，用于对所述第二路输入信号的幅度进行调整；

第一变频单元，用于将调整幅度后的所述第二路输入信号变频到中频或低频；

预失真信号产生单元，用于产生预失真信号；

第一合路单元，用于将延时匹配后的所述第一路输入信号与所述预失真信号进行合成；

所述自适应处理模块，包括：

失真检测单元，用于从输出信号中提取和检测失真信号；

自适应处理与控制单元，用于处理和分析所述失真信号，以优化所述预失真信号的幅度和相位参数。

优选地，所述预失真信号产生单元进一步包括：

三阶预失真信号产生单元，用于生成原始三阶预失真信号；

第二变频单元，用于将所述原始三阶预失真信号变频到原来的频率；

第一幅相调整单元，用于对所述第二变频单元输出的三阶预失真信号进行幅度和相位的调整。

优选地，所述预失真信号产生单元还包括：

第二延时匹配单元，用于对所述原始三阶预失真信号进行延时匹配；

五阶预失真信号产生单元，用于生成原始五阶预失真信号；

第三变频单元，用于将所述原始五阶预失真信号变频到原来的频率；

第二幅相调整单元，用于对所述第三变频单元输出的五阶预失真信号进行幅度和相位的调整；

第二合路单元，用于将所述第一、第二幅相调整单元输出的预失真信号合成为新的预失真信号；其中，

所述第二变频单元，用于将所述第二延时匹配单元输出的三阶预失真

信号变频到原来的频率。

优选地，所述预失真信号产生单元还包括：

第三延时匹配单元，用于对所述原始五阶预失真信号进行延时匹配；

七阶预失真信号产生单元，用于生成原始七阶预失真信号；

第四变频单元，用于将原始七阶预失真信号变频到原来的频率；

第三幅相调整单元，用于对所述第四变频单元输出的七阶预失真信号进行幅度和相位的调整；其中，

所述第三变频单元，用于将所述第三延时匹配单元输出的五阶预失真信号变频到原来的频率；

第二合路单元，用于将所述第一、第二、第三幅相调整单元输出的预失真信号合成为新的预失真信号。

本发明所述方法和装置采用模拟方式产生预失真信号，能够实现很宽的频带和动态范围，同时预失真信号在中频或低频产生，具有较强的可实现性以及可生产性，成本较低；本发明通过建立较好的非线性模型，能达到很好的线性化效果，可以减小或消除系统中的非线性失真，并减少因为非线性而造成的功率回退，从而提高系统的效率，可以应用于存在非线性并对非线性失真有一定限定的系统。此外，预失真信号的功耗很小，对效率的影响也很低。

附图说明

图 1 是根据本发明的一个实施例的模拟预失真线性化方法的流程图；

图 2 是图 1 中产生预失真信号的流程图，其中预失真信号是三阶预失真信号；

图 3 是图 1 中产生预失真信号的流程图，其中预失真信号是三阶和五阶预失真信号；

图 4 是图 1 中产生预失真信号的流程图，其中预失真信号是三阶、五阶和七阶预失真信号；

图 5 是根据本发明的一个实施例的实现模拟预失真线性化的装置的结

构示意图；

图 6 是图 5 中第一变频单元的示意图；

图 7 是图 5 中预失真信号产生单元的示意图；

图 8 是根据本发明的另一个实施例的实现模拟预失真线性化的装置的结构示意图。

具体实施方式

相信通过下面结合附图对本发明优选实施例的详细说明，可以更清楚地了解本发明的上述和其它目的、特征和优点。

图 1 是根据本发明的一个实施例的模拟预失真线性化方法的流程图。如图 1 所示，在步骤 100，对输入信号进行幅度调整，其目的在于输入信号的幅度适合模拟运算的处理，信号幅度的调整量是根据输入信号的大小确定的，可以建立输入信号与幅度调整量的对应关系表，不同的输入信号采用不同的调整量。在步骤 110，对经过幅度调整的信号下变频，将其频率变到中频或低频，为了避免无用信号的干扰，还对变频后的信号进行了滤波放大。在步骤 120，利用上述处理后的信号产生预失真信号，有关预失真信号的产生将在后面详细说明。然后在步骤 130，将产生的预失真信号加入经过延时匹配处理的输入信号中，然后一起通过发送通道或设备传输。在步骤 140，对经过传输后的信号进行失真检测，提取出失真信号，并在步骤 150 中对失真信号进行分析，自适应地优化预失真信号的幅度和相位参数的控制信号。上述控制信号被反馈到步骤 120 中，和其它信号一起产生预失真信号，然后继续步骤 130、140 和 150，最终使失真检测到的失真信号幅度最小。

图 2 是在预失真信号是三阶预失真信号的情况下，图 1 中产生预失真信号的步骤 120 的流程图。首先在步骤 201，计算下变频后的输入信号产生的三阶预失真信号，然后在步骤 205，将该三阶预失真信号的频率变到原来的频率，最后在步骤 210，对经过上变频的三阶预失真信号的幅度和相位进行调整，以产生与发射通道或设备产生的非线性失真的幅度相等、

相位相反的预失真信号。在该步骤中，预失真信号的幅度和相位的调整信号来自步骤 150 中产生的控制信号。

图 3 是在预失真信号是三阶和五阶预失真信号的情况下，图 1 中产生预失真信号的步骤 120 的流程图，其中与图 2 相同的步骤采用相同的标记，并省略其说明。在产生了三阶预失真信号后，在步骤 305，根据下变频后的输入信号和三阶预失真信号计算出五阶预失真信号。由于存在时延的不匹配，因此需要在步骤 310，对三阶预失真信号进行延时匹配，经过延时匹配后的三阶预失真信号再在步骤 205 中进行上变频。然后在步骤 315，对五阶预失真信号进行上变频，恢复其原来的频率。在步骤 320，对经过上变频的五阶预失真信号进行幅度和相位的调整，在该步骤中，预失真信号的幅度和相位的调整信号也来自步骤 150 中产生的控制信号。最后在步骤 325，将这两个预失真信号合成为新的预失真信号，产生与发射通道或设备产生的非线性失真的幅度相等、相位相反的预失真信号。

图 4 是在预失真信号是三阶、五阶和七阶预失真信号的情况下，图 1 中产生预失真信号的步骤 120 的流程图，其中与图 2、图 3 相同的步骤采用相同的标记，并省略其说明。在分别产生了三阶预失真信号和五阶预失真信号后，在步骤 410，根据下变频后的输入信号、三阶预失真信号和五阶预失真信号计算出七阶失真信号。由于三阶、五阶和七阶预失真信号存在时延的不匹配，因此除了在步骤 310 对三阶预失真信号进行延时匹配外，还要在步骤 415 对五阶预失真信号进行延时匹配。经过延时匹配的三结合五阶预失真信号分别在步骤 205 和步骤 315 中进行上变频。在步骤 420，对七阶预失真信号进行上变频，恢复原来的频率。然后在步骤 425，对上变频后的七阶预失真信号进行幅度和相位的调整，其幅度和相位的调整信号也来自步骤 150 中产生的控制信号。最后在步骤 430，将这三个预失真信号合成为新的预失真信号，得到与发射通道或设备产生的非线性失真的幅度相等、相位相反的预失真信号。

通过以上的描述可知，采用本实施例，可在中频或低频产生预失真信号，并在射频上完成预失真信号的幅度和相位调整，可以有效消除系统中

的失真，提高效率。此外，本实施例可以分别独立控制三阶、五阶和七阶预失真信号，能够更好地消除失真信号，最终达到一个最佳的预失真效果，并且所需的预失真信号可以根据待预失真的通道和设备的特点来确定，即可以只需要三阶预失真信号，或者三阶和五阶预失真信号，或者三阶、五阶和七阶预失真信号，甚至更高阶的预失真信号。此外，本实施例所采用的自适应控制比较简单，其自适应算法处理的参数是特定的物理量，这些物理量对结果的影响只有一个极值，因此很容易收敛。

图 5 是根据本发明的一个实施例的实现模拟预失真线性化的装置的结构示意图。如图 5 所示，该装置包括预失真处理模块 50 和自适应处理模块 60，原始输入信号通过预失真处理模块 50 产生带有预失真信号的输入信号，输出到发射通道或设备中进行传输。在发射通道或设备的输出端，自适应处理模块 60 从输出的信号中提取出失真信号，并对其进行检测，然后自适应地调整预失真信号的幅度和相位参数。

预失真处理模块 50 包括：信号分配单元 501，其将原始输入信号分成两路输入信号，其中第一路输入信号仍保持原始输入信号，只进行延时操作，第二路输入信号则用于产生预失真信号；第一延时匹配单元 502，将第一路输入信号进行延时匹配，以在时延上与产生的预失真信号进行匹配；幅度调整单元 503，可根据原始输入信号的大小，选择相应的调整量，并按调整量调整第二路输入信号的幅度；第一变频单元 504，其将调整幅度后的输入信号进行下变频，将频率变到中频或低频；预失真信号产生单元 505，采用模拟运算电路构成，可以在中频或低频产生预失真信号；第一合路单元 506，将经过延时匹配的第一路输入信号与产生的预失真信号进行合成，输出到发射通道或设备。

自适应处理模块 60 包括：失真检测单元 601，在发射通道或设备的输出端从输出信号中提取出失真信号，并对其进行检测；自适应处理与控制单元 602，根据检测的结果，进一步处理和分析失真信号，产生对预失真信号的幅度和相位进行控制的信号，以优化预失真信号的幅度和相位参数，使检测到的失真信号最小。

图 5 所示的实现模拟预失真线性化的装置的工作过程如下：原始输入信号进入预失真处理模块 50 后，被信号分配单元 501 分成两路输入信号，其中第一路输入信号输入到第一延时匹配模块 502 中，在时延上与由第二路输入信号产生的预失真信号进行匹配，从而保证两个信号的时延是匹配的，即两个信号位于同一个周期。第二路输入信号则用于产生预失真信号，首先输入信号在幅度调整单元 503 中进行幅度调整，使其幅度适合于预失真信号产生单元 505 的处理；信号幅度调整的大小由输入信号的大小确定，可事先根据输入信号的大小和调整量建立一个对应表，不同的输入信号调用不同的调整量。然后在第一变频单元 504 中将信号的频率变到中频或低频，以便于预失真信号产生单元 505 的处理。变频后的信号输入预失真产生单元 505 中，以产生预失真信号。预失真信号和经过延时匹配的第一路输入信号在第一合路单元 506 中进行合成，然后输出到发射通道或设备中进行发射。在发射通道或设备的输出端，失真检测单元 601 从输出信号中提取出失真信号，并进行检测，然后失真信号在自适应处理与控制单元 602 中进行进一步的分析和处理，自适应地产生预失真信号的幅度控制信号以及相位控制信号，对预失真信号的幅度和相位进行优化调整。此外，自适应处理与控制单元 602 还产生对幅度调整单元 503 的控制信号 A1，优化对输入信号的幅度调整。A1 用于调整进入预失真电路的幅度，使其幅度最适合预失真电路的处理，其取值和输入信号大小相关，在自适应控制处理时，可以用 LUT 表格，不同的输入信号调用不同的 A1 的值。

图 6 示出了图 5 中第一变频单元 504 的示意图，第一变频单元 504 进一步包括：提供本振信号的本振信号单元 5041；第一放大电路 5042，对本振信号进行放大，驱动下面描述的混频器 5043；混频器 5043，对信号进行变频，将信号的频率变到中频或低频；低通滤波器 5044，将变频后的信号进行滤波，仅让所需的中频或低频信号通过；第二放大电路 5045，将滤波后的信号进行放大。

在第一变频单元 504 中，通过设置本振信号单元 5041，可以得到一个合适的本振信号，该本振信号的频率是和中频相关的。本振信号通过第一

放大电路 5042 的放大后, 驱动混频器 5043 进行变频; 经过幅度调整单元 503 调整后的输入信号输入到混频器 5043 中进行变频, 使输入信号的频率变到中频。变频后的信号输入到低通滤波器 5044 中进行滤波, 因为变频后的信号的频谱很杂, 需要滤除干扰, 仅让所需的中频信号通过, 而对其它频率的信号进行抑制。经过滤波后的信号通过第二放大电路 5045 放大到一个合适的幅度, 以保证进入预失真信号产生单元 505 的信号的幅度。

图 7 是预失真信号产生单元 505 的示意图。预失真信号产生单元 505 包括三阶预失真信号产生单元 521, 可采用模拟运算电路实现, 其频率是中频或低频。三阶预失真信号产生单元 521 根据输入信号计算出信号会发生的原始三阶预失真信号, 输出到第二变频单元 522。第二变频单元 522, 可将计算出的原始三阶预失真信号变频到输入信号原来的频率, 为了保证频率的稳定度, 整个变频过程使用同一个本振信号。经过变频后的信号输出到第一幅相调整单元 523 中。第一幅相调整单元 523, 对变回到原来频率的三阶预失真信号进行幅度和相位的调整, 其幅度和相位调整的控制信号是自适应处理与控制单元 602 输出的控制信号 A2 和 P1, 其中 A2 用于控制三阶预失真信号的幅度, P1 用于控制三阶预失真信号的相位。经过调整的三阶预失真信号与发射通道或设备产生的非线性失真的幅度相等、相位相反, 从而减弱或消除发射通道或设备产生的非线性失真。第一幅相调整单元 523 将信号输出到第一合路单元 506 中。

预失真信号产生单元 505 还可以包括: 五阶预失真信号产生单元 524, 可以产生原始五阶预失真信号。原始五阶预失真信号与原始三阶预失真信号相关, 五阶预失真信号产生单元 524 根据第一变频单元 504 输出的信号和原始三阶预失真信号共同计算出原始五阶预失真信号。由于原始三阶预失真信号与原始五阶预失真信号存在时延的不匹配, 因此需对原始三阶预失真信号进行延时匹配, 该操作是通过第二延时匹配单元 525 实现的, 然后将经过延时匹配的三阶预失真信号在第二变频单元 522 中进行变频。原始五阶预失真信号在第三变频单元 526 中进行变频, 恢复原来的频率, 变频所采用的本振信号不变。变频后的五阶预失真信号通过第二幅相调整单

元 527 进行幅度和相位的调整, 其幅度和相位调整的控制信号是自适应处理与控制单元 602 输出的控制信号 A3 和 P2, 其中 A3 用于控制五阶预失真信号的幅度, P2 用于控制五阶预失真信号的相位。经过调整的预失真信号与发射通道或设备产生的非线性失真的幅度相等、相位相反, 从而减弱或消除发射通道或设备产生的非线性失真。预失真信号产生单元 505 中还包括第二合路单元 528, 将第一幅相调整单元 523 和第二幅相调整单元 527 输出的预失真信号合成为新的预失真信号, 输出到第一合路单元 506 中。

预失真信号产生单元 505 还可以包括: 七阶预失真信号产生单元 529, 根据第一变频单元 504 输出的信号和原始三阶预失真信号、原始五阶预失真信号共同计算出原始七阶预失真信号。相似地, 由于原始三阶预失真信号、原始五阶预失真信号与原始七阶预失真信号存在时延的不匹配, 因此需对原始三阶预失真信号和原始五阶预失真信号进行延时匹配, 对原始三阶预失真信号的延时匹配通过第二延时匹配单元 525 实现, 而对原始五阶预失真信号的延时匹配通过第三延时匹配单元 530 实现, 从而实现三个预失真信号的延时匹配。经过延时匹配的五阶预失真信号通过第三变频单元 526 进行变频。原始七阶预失真信号在第四变频单元 531 中进行变频, 恢复原来的频率, 输出到第三幅相调整单元 532 中。第三幅相调整单元 532 对七阶预失真信号进行幅度和相位的调整, 其幅度和相位调整的控制信号是自适应处理与控制单元 602 输出的控制信号 A4 和 P3, 其中 A4 用于控制七阶预失真信号的幅度, P3 用于控制七阶预失真信号的相位。经过调整的预失真信号与发射通道或设备产生的非线性失真的幅度相等、相位相反, 从而减弱或消除发射通道或设备产生的非线性失真。第二合路单元 528 将第一幅相调整单元 523、第二幅相调整单元 527 和第三幅相调整单元 532 输出的预失真信号合成为新的预失真信号, 输出到第一合路单元 506 中。

对于第一幅相调整单元 523、第二幅相调整单元 527 和第三幅相调整单元 532, 可以采用衰减器调整幅度、移相器调整相位, 也可以采用矢量调制器同时调整幅度和相位。

通过以上的描述可知, 本实施例采用模拟线性运算电路产生预失真信

号，不依赖基带 I、Q 信号，大大增加了应用的动态范围并提高了可生产性，同时可以相对独立地产生三阶、五阶和七阶预失真信号；而且模拟运算电路实现简单，电磁兼容问题容易解决，成本低。此外，本实施例可以实现很宽频带的预失真处理，如从上百兆到上 G 的带宽。

图 8 是根据本发明的另一个实施例的实现模拟预失真线性化的装置的结构示意图，其中与图 5、图 7 相同的元件采用相同的标记，并省略其说明。与前述实施例中预失真信号的相位调整在预失真信号的主路上实现不同，在本实施例中，预失真信号的相位调整在本振信号的移相上实现。因此，在该实施例中，预失真信号产生单元 505 中还包括第一本振移相单元 541，对本振信号进行移项和放大，输出到第二变频单元 522，其中移项的控制信号是自适应处理与控制单元 602 输出的控制信号 P1；第二本振移相单元 544，对本振信号进行移项和放大，输出到第三变频单元 526，其中移项的控制信号是自适应处理与控制单元 602 输出的控制信号 P2；第三本振移相单元 546，对本振信号进行移项和放大，输出到第四变频单元 531，其中移项的控制信号是自适应处理与控制单元 602 输出的控制信号 P3。此外，还包括：第一幅度调整单元 542，对变频后的三阶预失真信号进行幅度调整，其中幅度调整的控制信号是自适应处理与控制单元 602 输出的控制信号 A2；第二幅度调整单元 545，对变频后的五阶预失真信号进行幅度调整，其中幅度调整的控制信号是自适应处理与控制单元 602 输出的控制信号 A3；第三幅度调整单元 547，对变频后的七阶预失真信号进行幅度调整，其中幅度调整的控制信号是自适应处理与控制单元 602 输出的控制信号 A4。在本实施例中，采用同一个本振信号。

通过以上描述可知，采用本实施例，预失真信号的相位调整可以在本振上完成，由于本振信号是单音信号，不存在带内幅度、相位和时延的不平坦的缺点，因此可以避免相位调整单元在带宽比较宽时引起的带内不平坦，以及在调整相位时引起的幅度变化。

本发明可以应用于非线性失真的减弱和消除，凡是存在非线性失真的地方均可以采用本发明。具体的说，本发明可以应用于移动通信系统的发

射通道或设备、数据传输系统的通道或设备以及光通信的传输通道或设备。

以上通过优选实施例并结合特定设备对本发明进行了详细的描述，但仅是作为示例性的说明，本领域的技术人员应当理解，可以在不脱离本发明的精神的情况下，对本发明的实施例进行替换和修改。本发明的范围由所附的权利要求限定。

权 利 要 求 书

1. 一种模拟预失真线性化方法，其特征在于，包括：对输入信号进行幅度调整，并变频到中频或低频；产生预失真信号；将所述预失真信号加入经过延时匹配处理的输入信号中一起传输；对传输后的信号进行失真检测，并自适应地优化预失真信号的幅度和相位参数。

2. 根据权利要求1所述的模拟预失真线性化方法，其特征在于，所述对输入信号进行幅度调整的步骤进一步包括：根据输入信号的大小确定信号幅度的调整量；按照幅度调整量调整信号的幅度。

3. 根据权利要求1所述的模拟预失真线性化方法，其特征在于，所述自适应地优化预失真信号的幅度和相位参数的步骤包括：根据失真检测结果，对失真信号进行分析；自适应地产生预失真信号的幅度和相位参数的控制信号。

4. 根据权利要求1至3任一所述的模拟预失真线性化方法，其特征在于，所述产生预失真信号的步骤进一步包括：计算变频后的输入信号产生的三阶预失真信号；对所述三阶预失真信号进行变频，恢复原来的频率；对变频后的三阶预失真信号进行幅度和相位的调整。

5. 根据权利要求1至3任一所述的模拟预失真线性化方法，其特征在于，所述产生预失真信号的步骤进一步包括：计算变频后的输入信号产生的三阶预失真信号；根据变频后的输入信号和所述三阶预失真信号计算五阶预失真信号；对所述三阶和五阶预失真信号进行延时匹配；对所述两个预失真信号进行变频，恢复原来的频率；对变频后的所述两个预失真信号进行幅度和相位的调整；将所述两个预失真信号合成为新的预失真信号。

6. 根据权利要求1至3任一所述的模拟预失真线性化方法，其特征在于，所述产生预失真信号的步骤进一步包括：计算变频后的输入信号产生的三阶预失真信号；根据变频后的输入信号和所述三阶预失真信号计算五阶预失真信号；根据变频后的输入信号、所述三阶失真信号和五阶失真信号计算七阶失真信号；将所述三阶、五阶和七阶失真信号进行延时匹配；

对所述三阶、五阶和七阶预失真信号进行延时匹配；对所述三个预失真信号进行变频，恢复原来的频率；对变频后的所述三个预失真信号进行幅度和相位的调整；将所述三个预失真信号合成为新的预失真信号。

7. 一种实现权利要求 1 所述模拟预失真线性化方法的装置，包括：分别位于通信系统的发射通道或设备输入端和输出端的预失真处理模块和自适应处理模块；其特征在于，

所述预失真处理模块，用于产生预失真信号并加入输入信号中，包括：信号分配单元，用于将原始输入信号分成两路输入信号，其中第二路输入信号用于产生预失真信号；

第一延时匹配单元，用于对第一路输入信号进行延时匹配；

幅度调整单元，用于对所述第二路输入信号的幅度进行调整；

第一变频单元，用于将调整幅度后的所述第二路输入信号变频到中频或低频；

预失真信号产生单元，用于产生预失真信号；

第一合路单元，用于将延时匹配后的所述第一路输入信号与所述预失真信号进行合成；

所述自适应处理模块，包括：

失真检测单元，用于从输出信号中提取和检测失真信号；

自适应处理与控制单元，用于处理和分析所述失真信号，以优化所述预失真信号的幅度和相位参数。

8. 根据权利要求 7 所述的装置，其特征在于，所述第一变频单元进一步包括：

本振信号单元，用于提供本振信号；

第一放大电路，用于对本振信号进行放大；

混频器，用于在所述放大电路的驱动下，对信号进行变频；

低通滤波器，用于滤除变频后信号中的干扰；

第二放大电路，用于对滤波后的信号进行放大。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的装置，其特征在于，所述预失真信号

产生单元进一步包括:

三阶预失真信号产生单元, 用于生成原始三阶预失真信号;

第二变频单元, 用于将所述原始三阶预失真信号变频到原来的频率;

第一幅相调整单元, 用于对所述第二变频单元输出的三阶预失真信号进行幅度和相位的调整。

10. 根据权利要求 9 所述的装置, 其特征在于, 所述预失真信号产生单元还包括:

第二延时匹配单元, 用于对所述原始三阶预失真信号进行延时匹配;

五阶预失真信号产生单元, 用于生成原始五阶预失真信号;

第三变频单元, 用于将所述原始五阶预失真信号变频到原来的频率;

第二幅相调整单元, 用于对所述第三变频单元输出的五阶预失真信号进行幅度和相位的调整;

第二合路单元, 用于将所述第一、第二幅相调整单元输出的预失真信号合成为新的预失真信号; 其中,

所述第二变频单元, 用于将所述第二延时匹配单元输出的三阶预失真信号变频到原来的频率。

11. 根据权利要求 10 所述的装置, 其特征在于, 所述预失真信号产生单元还包括:

第三延时匹配单元, 用于对所述原始五阶预失真信号进行延时匹配;

七阶预失真信号产生单元, 用于生成原始七阶预失真信号;

第四变频单元, 用于将原始七阶预失真信号变频到原来的频率;

第三幅相调整单元, 用于对所述第四变频单元输出的七阶预失真信号进行幅度和相位的调整; 其中,

所述第三变频单元, 用于将所述第三延时匹配单元输出的五阶预失真信号变频到原来的频率;

第二合路单元, 用于将所述第一、第二、第三幅相调整单元输出的预失真信号合成为新的预失真信号。

12. 根据权利要求 7 或 8 所述的装置, 其特征在于, 所述预失真信号

产生单元进一步包括：

三阶预失真信号产生单元，用于生成原始三阶预失真信号；

第一本振移相单元，用于对本振信号进行移项和放大；

第二变频单元，用于将所述原始三阶预失真信号变频到原来的频率；

第一幅度调整单元，用于对所述第二变频单元输出的三阶预失真信号进行幅度调整。

13. 根据权利要求 12 所述的装置，其特征在于，所述预失真信号产生单元还包括：

第二延时匹配单元，用于对所述原始三阶预失真信号进行延时匹配；

五阶预失真信号产生单元，用于生成原始五阶预失真信号；

第二本振移相单元，用于对本振信号进行移项和放大；

第三变频单元，用于将所述原始五阶预失真信号变频到原来的频率；

第二幅度调整单元，用于对所述第三变频单元输出的五阶预失真信号进行幅度调整；

第二合路单元，用于将所述第一、第二幅度调整单元输出的预失真信号合成为新的预失真信号；其中，

所述第二变频单元，用于将所述第二延时匹配单元输出的三阶预失真信号变频到原来的频率。

14. 根据权利要求 13 所述的装置，其特征在于，所述预失真信号产生单元还包括：

第三延时匹配单元，用于对所述原始五阶预失真信号进行延时匹配；

七阶预失真信号产生单元，用于生成原始七阶预失真信号；

第三本振移相单元，用于对本振信号进行移项和放大；

第四变频单元，用于将原始七阶预失真信号变频到原来的频率；

第三幅度调整单元，用于对所述第四变频单元输出的七阶预失真信号进行幅度调整；其中，

所述第三变频单元，用于将所述第三延时匹配单元输出的五阶预失真信号变频到原来的频率；

所述第二合路单元，用于将所述第一、第二、第三幅度调整单元输出的预失真信号合成为新的预失真信号。

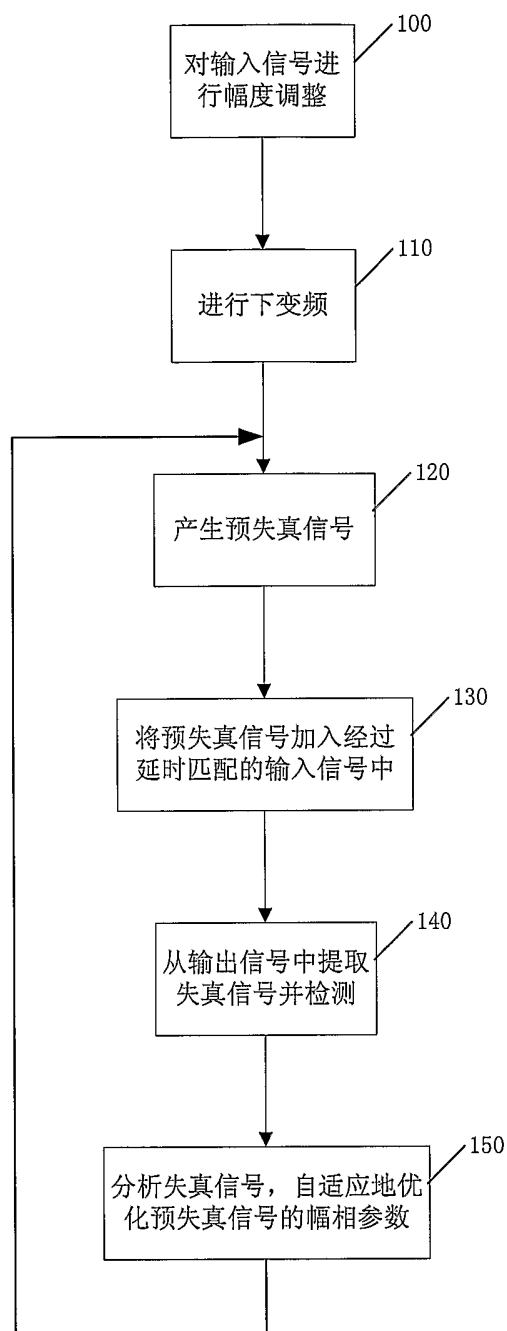


图1

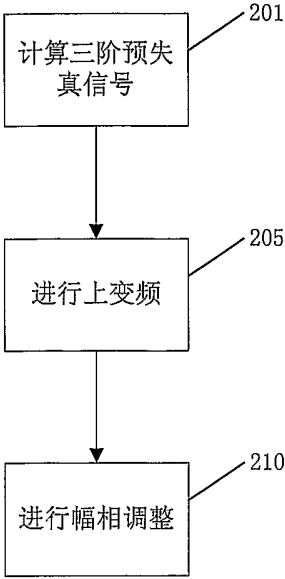


图 2

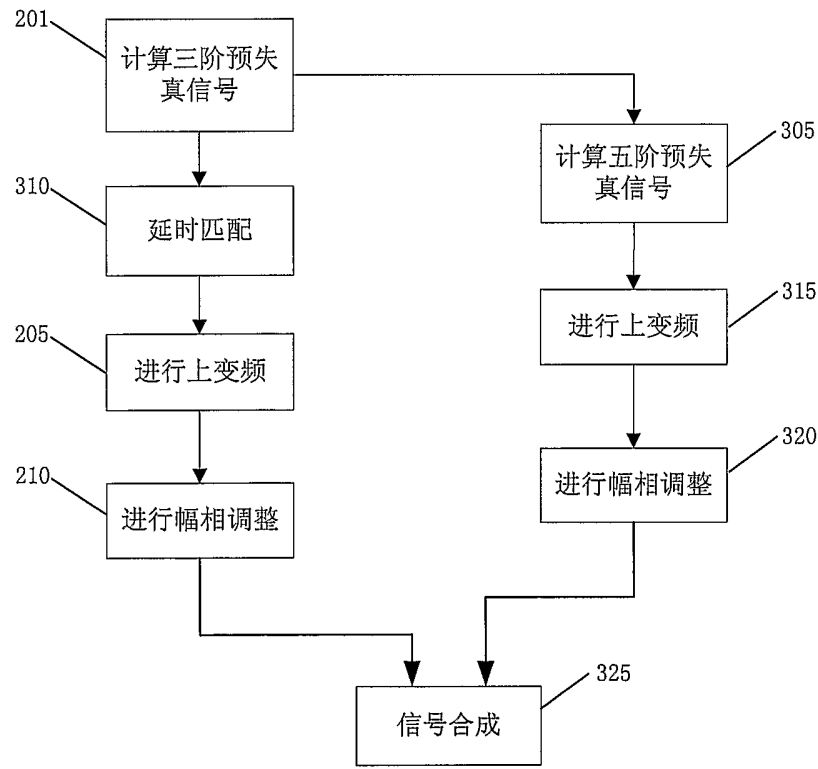


图 3

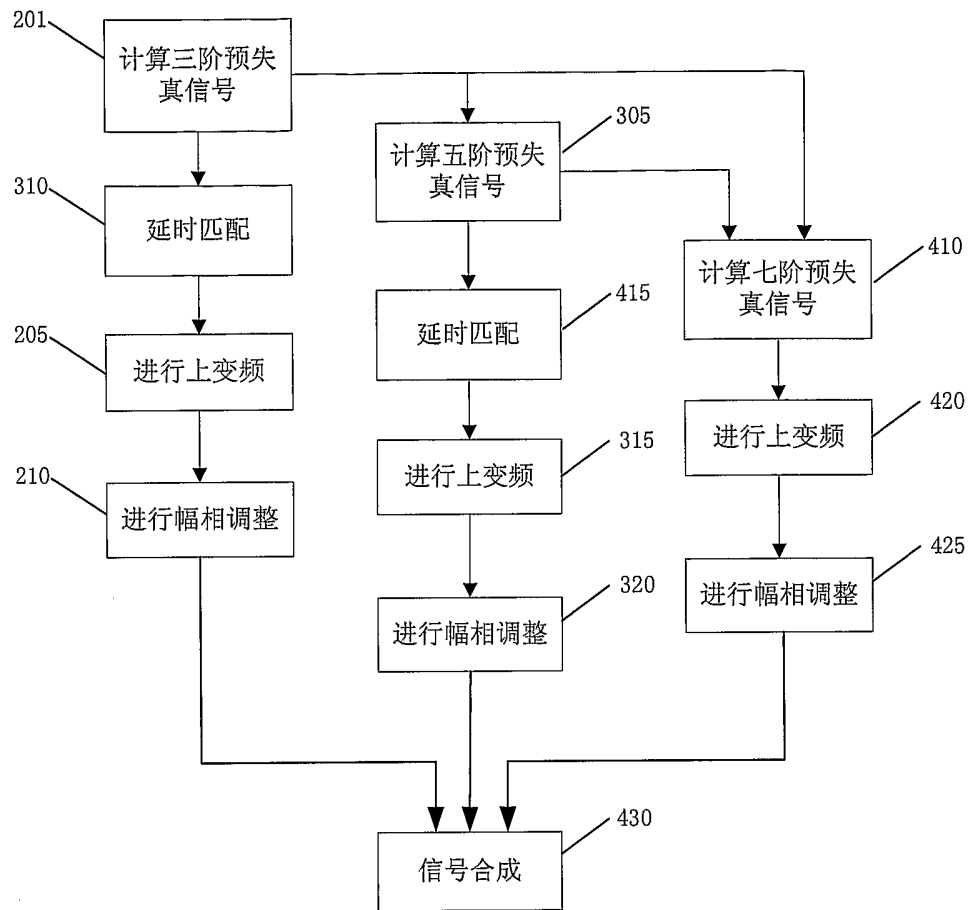


图4

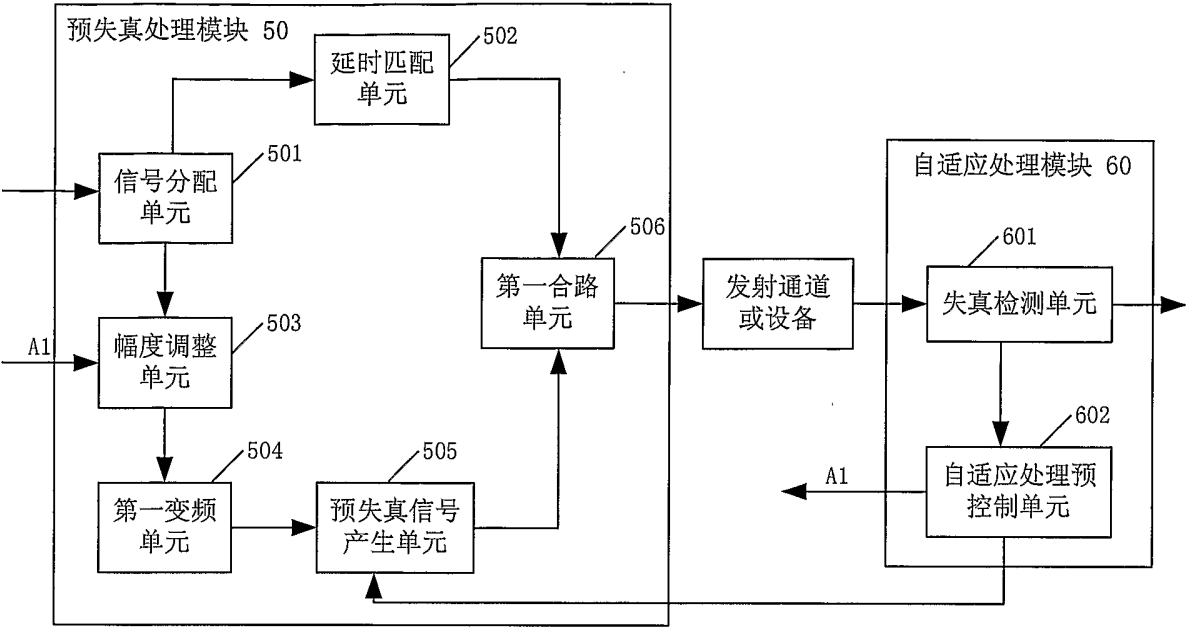


图 5

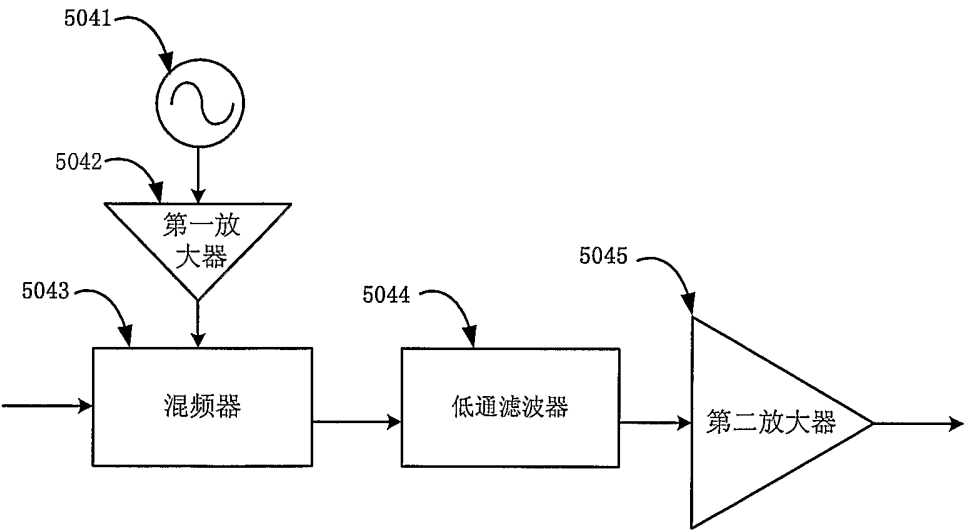


图 6

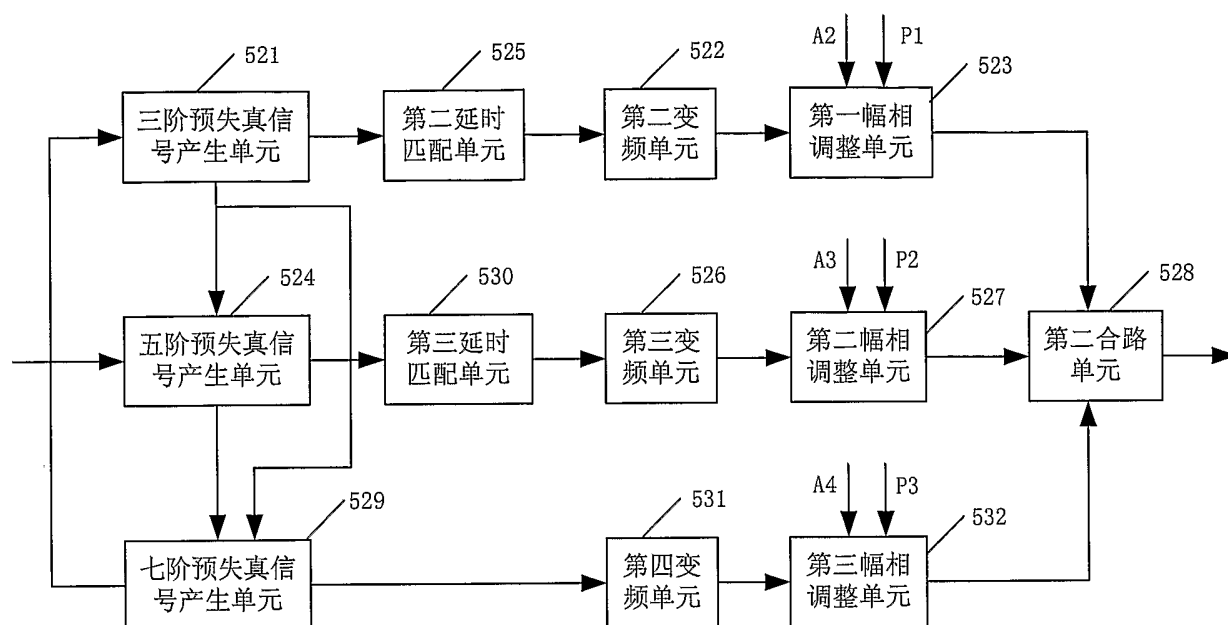


图7

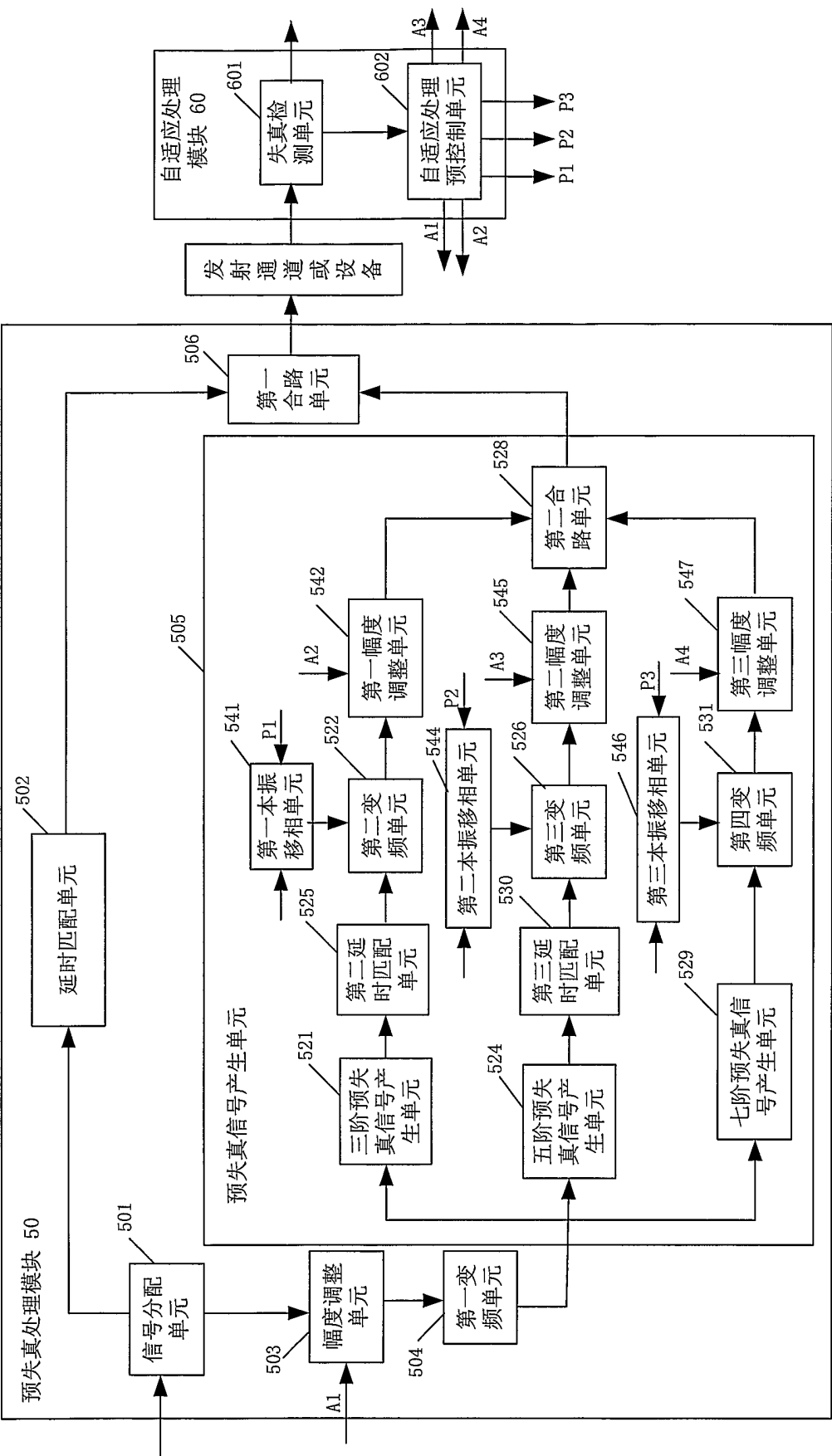


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2004/001542

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC7: H03F 1/32

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)

IPC7: H03F

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,PAJ.CNPAT

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN1396707 A 2003-2-12 MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD (CLAIMS)	1-3
A		4-14
Y	CN1550064 A 2004-11-24 TELEFONAKTIEBOLAGET ERICSSON L M (BACKGROUND OF THE INVENTION AND PAGES 15-19 AND Fig. 9)	1-3
A		4-14
A	US6788139 B2 2004-9-7 ALCATEL	

☐ 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
2005/7/22

Date of mailing of the international search report
01 · SEP 2005 (01 · 09 · 2005)

Name and mailing address of the ISA/CN
The State Intellectual Property Office, the P.R.China
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China
100088
Facsimile No. 86-10-62019451

Authorized officer



Telephone No. (86-10)62084544

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2004/001542

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN1396707 A	2003-2-12	EP1249930 A2	2002-10-16
		US2002177424 A1	2002-11-28
		JP2002374129 A	2002-12-26
CN1550064 A	2004-11-24	EP1425849 A1	2003-3-6
		WO03019773 A1	2003-3-6
US6788139 B2	2004-9-7	EP1320190 A1	2003-6-18
		FR2833431 A1	2003-6-13
		US2003117216 A1	2003-6-26

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2004/001542

A. 主题的分类

IPC7: H03F 1/32

按照国际专利分类表(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)

IPC7: H03F

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,EPODOC,PAJ,CNPAT

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
Y	CN1396707 A 2003-2-12 松下电器产业株式会社 (权利要求书)	1-3
A		4-14
Y	CN1550064 A 2004-11-24 艾利森电话股份有限公司 (说明书背景技术及 15-19 页及图 9)	1-3
A		4-14
A	US6788139 B2 2004-9-7 阿尔卡特公司	1-14

☐ 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

“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

2005/7/22

国际检索报告邮寄日期

01. 9月 2005 (01. 09. 2005)

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

传真号: (86-10)62019451

受权官员



电话号码: (86-10)62084544

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2004/001542

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1396707 A	2003-2-12	EP1249930 A2	2002-10-16
		US2002177424 A1	2002-11-28
		JP2002374129 A	2002-12-26
CN1550064 A	2004-11-24	EP1425849 A1	2003-3-6
		WO03019773 A1	2003-3-6
US6788139 B2	2004-9-7	EP1320190 A1	2003-6-18
		FR2833431 A1	2003-6-13
		US2003117216 A1	2003-6-26