



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201966902 U

(45) 授权公告日 2011.09.07

(21) 申请号 201120060980.6

(22) 申请日 2011.03.10

(73) 专利权人 山东泉清通信有限责任公司

地址 250101 山东省济南市高新区齐鲁软件园广场C座4层

(72) 发明人 赵清潇 陈文龙 张长慧 巩洪海

(74) 专利代理机构 济南泉城专利商标事务所
37218

代理人 李桂存

(51) Int. Cl.

H04B 1/40 (2006.01)

H04L 25/49 (2006.01)

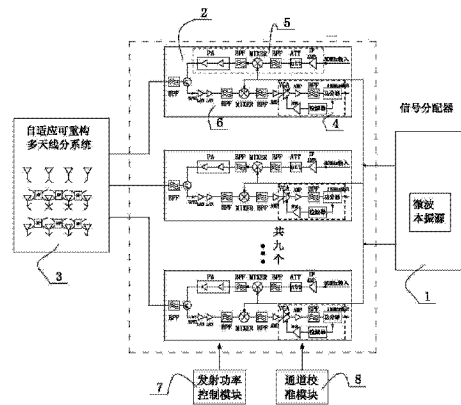
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 实用新型名称

具有高一致性的多通道射频电路

(57) 摘要

本实用新型的具有高一致性的多通道射频电路,包括本振源、若干宽带射频收发单元以及收发天线系统,其特别之处在于:所述的宽带射频收发单元包括发射信号处理单元和接收信号处理单元;所述发射信号处理单元和接收信号处理单元中均包含混频器且相应的混频器分别与本振源输出的不同频率的高频信号相连接。本实用新型有效地解决了通信系统对本振源信号的频率稳定度、相位噪声、信道一致性等参数要求十分严格的问题,使得调制和解调出的信号具有一致的增益、线性度;功率放大器采用数字模拟结合的模拟预失真技术,可在较宽的带宽范围内做到精准的幅度和相位预失真。



1. 一种具有高一致性的多通道射频电路,包括用于产生至少两种高频信号的本振源(1)、用于对发射信号进行调制和对接收信号进行解调的若干宽带射频收发单元(2)以及用于信号接收和发射的收发天线系统(3),其特征在于:所述的宽带射频收发单元(2)包括发射信号处理单元(5)和接收信号处理单元(6);所述发射信号处理单元和接收信号处理单元中均包含混频器且相应的混频器分别与本振源(1)输出的不同频率的高频信号相连接。

2. 根据权利要求1所述的具有高一致性的多通道射频电路,其特征在于:所述发射信号处理单元(5)包括对输入的基带信号依次进行处理的中频放大器、数控衰减器、带通滤波器、混频器、带通滤波器、功率放大器;所述功率放大器的输出端与环形器相连接,该环形器经由带通滤波器与收发天线系统(3)相连接。

3. 根据权利要求2所述的具有高一致性的多通道射频电路,其特征在于:所述的接收信号处理单元(6)包括对由天线接收,并经环形器输出的待解调信号依次进行处理的模拟射频开关、两个低噪声放大器、带通滤波器、混频器、带通滤波器、放大器以及 AGC 控制单元(4)。

4. 根据权利要求2所述的具有高一致性的多通道射频电路,其特征在于:所述的功率放大器为高线性功率放大器,其包括模拟预失真电路,该模拟预失真电路包括用于对功率放大器输出的高频信号进行取样的耦合电路(9)、用于对高频信号进行下变频的解调器(11)、训练算法模块(13)和预失真器(14);所述耦合电路的输出端经由混频器(10)与解调器的输入端相连接,所述解调器经由 A/D 转换器(12)与训练算法模块相连接,所述预失真器经由混频器(15)与功放的输入端相连接。

5. 根据权利要求3所述的具有高一致性的多通道射频电路,其特征在于:所述 AGC 控制单元(4)包括对输入信号依次进行处理的压控增益放大器 VGA、放大器、带通滤波器、功分器,所述功分器一个输出端输出正常通路信号,另一个输出端输出的信号经检波器和运放处理后输入到压控增益放大器 VGA 的控制端。

6. 根据权利要求1或2所述的具有高一致性的多通道射频电路,其特征在于:本振源包括由低相位噪声、高稳定度的恒温晶振组成的参考源以及低相位噪声的压控振荡器。

7. 根据权利要求1或2所述的具有高一致性的多通道射频电路,其特征在于:还包括发射功率控制模块(7)和通道校准模块(8)。

8. 根据权利要求1或2所述的具有高一致性的多通道射频电路,其特征在于:所述宽带射频收发单元(2)的数目为1~9个。

9. 根据权利要求1或2所述的具有高一致性的多通道射频电路,其特征在于:所述发射信号处理单元(5)输入信号的频率为80MHz,所述接收信号处理单元(6)输出的检波信号为140MHz;所述本振源(1)输入到发射信号处理单元(5)和接收信号处理单元(6)中的混频器中的信号频率分别为2.32GHz和2.26GHz。

具有高一致性的多通道射频电路

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种具有高一致性的多通道射频电路,更具体的说,尤其涉及一种发信电路、收信电路及其他信道均共享本振源信号的具有高一致性的多通道射频电路。

背景技术

[0002] 这些年国内的无线通信领域发展,尤其是 Gbps 宽带无线 MIMO-OFDM 传输的研究,更加迫切地需要研制能满足 Gbps 传输的宽带多天线系统和多射频系统。随着射频集成电路的迅速发展,集收发一体的射频系统芯片越来越趋向于小型化、宽带/多频段化和高性能化,但高集成度射频芯片的带宽达到 100MHz 的系统芯片还没有出现。

[0003] OFDM 正交频分复用技术对采样时钟频率偏差非常敏感;其性能的下降依赖于子载波的编号且正比于 $(N_p \Delta T / T)^2$;当满负载时,平均性能的下降随着 $\Delta T / T$ 的增加而增加;对给定的 $\Delta T / T$,则敏感性依赖于负载的子载波数;为了获得较小的性能损失,则要求 $N_p \Delta T / T \ll 1$ 。而且 OFDM 系统对采样时钟抖动同样非常敏感,其导致的性能损失主要依赖于抖动的方差;由于 OFDM-MIMO 无线通信系统对于本振信号的频率稳定度、相位噪声、信道一致性等参数非常敏感,现在还没有一种较好的方法能解决这一问题。

发明内容

[0004] 本实用新型为了克服上述技术问题的缺点,提供了一种调制电路、解调电路及其他信道均共享本振源信号的具有高一致性的多通道射频电路。

[0005] 本实用新型的具有高一致性的多通道射频电路,包括用于产生至少两种高频信号的本振源、用于对发射信号进行调制和对接收信号进行解调的若干宽带射频收发单元以及用于信号接收和发射的收发天线系统,其特别之处在于:所述的宽带射频收发单元包括发射信号处理单元和接收信号处理单元;所述发射信号处理单元和接收信号处理单元中均包含混频器且相应的混频器分别与本振源输出的不同频率的高频信号相连接。本振源用于产生射频电路中的高频载波信号,以便对基带信号进行上变频及对接收的射频信号进行下变频;收发天线系统用于接收和发送高频信号。发射信号处理单元和接收信号处理单元的混频器均与本振源发出的不同频率的高频信号相连,满足了对信号的频率稳定度、相位噪声、信道一致性的要求。

[0006] 本实用新型的具有高一致性的多通道射频电路,所述发射信号处理单元包括对输入的基带信号依次进行处理的中频放大器、数控衰减器、带通滤波器、混频器、带通滤波器、功率放大器;所述功率放大器的输出端与环形器相连接,该环形器经由带通滤波器与收发天线系统相连接。采用中频放大器和功率放大器,就相当于增大了级连系统的增益 G,有利于减小发射信号处理单元的噪声系数;混频器的前端和后端均设置有带通滤波器,用于滤除相应频段外的杂波信号。环形器实现接收信号和发射信号的隔离,实现信号的双工收发。

[0007] 本实用新型的具有高一致性的多通道射频电路,所述的接收信号处理单元包括对

由天线接收,并经环形器输出的待解调信号依次进行处理的模拟射频开关、两个低噪声放大器、带通滤波器、混频器、带通滤波器、放大器以及 AGC 控制单元。低噪声放大器用于对高频小信号进行放大,带通滤波器用于对放大后的信号进行滤波;混频器用于将接收的高频信号与本振源发出的高频信号混频。AGC 控制单元用于保证每个接收信号处理单元增益的一致性。

[0008] 本实用新型的具有高一一致性的多通道射频电路,所述的功率放大器为高线性功率放大器,其包括模拟预失真电路,该模拟预失真电路包括用于对功率放大器输出的高频信号进行取样的耦合电路、用于对高频信号进行下变频的解调器、训练算法模块和预失真器;所述耦合电路的输出端经由混频器与解调器的输入端相连接,所述解调器经由 A/D 转换器与训练算法模块相连接,所述预失真器经由混频器与功放的输入端相连接。采用数字模拟结合的模拟预失真技术,集成了模拟与数字方法的综合优势。由于对于 A/D 的采样率的要求明显降低,从而提高了系统的可实现性及制造成本。

[0009] 本实用新型的具有高一一致性的多通道射频电路,所述 AGC 控制单元包括对输入信号依次进行处理的压控增益放大器 VGA、放大器、带通滤波器、功分器,所述功分器一个输出端输出正常通路信号,另一个输出端输出的信号经检波器和运放处理后输入到压控增益放大器 VGA 的控制端。压控增益放大器 VGA、放大器、带通滤波器实现对接收信号的处理,并由功分器输出,检波器和运放由于其构成了一个闭环回路,更加有利于输出信号的稳定性。

[0010] 本实用新型的具有高一一致性的多通道射频电路,本振源包括由低相位噪声、高稳定度的恒温晶振组成的参考源以及低相位噪声的压控振荡器。采用由低相位噪声、高稳定度的恒温晶振以及低相位噪声的压控振荡器有利于形成高稳定的本振源。

[0011] 本实用新型的具有高一一致性的多通道射频电路,还包括发射功率控制模块和通道校准模块。发射功率控制模块由于对发射信号处理单元的发射功率进行控制。

[0012] 本实用新型的具有高一一致性的多通道射频电路,所述宽带射频收发单元的数目为 1~9 个。采用较多的通道并采用正交频分复用技术,有利于保证射频电路有较高的带宽。

[0013] 本实用新型的具有高一一致性的多通道射频电路,所述发射信号处理单元(5)输入信号的频率为 80MHz,所述接收信号处理单元输出的检波信号为 140MHz;所述本振源输入到发射信号处理单元和接收信号处理单元中的混频器中的信号频率分别为 2.32GHz 和 2.26GHz。

[0014] 本实用新型的有益效果是:本实用新型通过发射信号处理单元、接收信号处理单元以及其他信道共享本振源信号的方式,有效地解决了通信系统对本振源信号的频率稳定性、相位噪声、信道一致性等参数要求十分严格的问题,使得调制和解调出的信号具有一致的增益、线性度;发射信号处理单元中的功率放大器采用数字模拟结合的模拟预失真技术,可在较宽的带宽范围内做到精准的幅度和相位预失真;本实用新型通过设置多个宽带射频收发单元并采用 OFDM 技术,实现了模拟信号的宽带传输和接收。

附图说明

[0015] 图 1 为本实用新型的电路原理图;

[0016] 图 2 为本实用新型中宽带射频收发单元的原理图;

[0017] 图 3 为本实用新型中模拟预失真电路的原理图;

[0018] 图中：1 本振源，2 宽带射频收发单元，3 收发天线系统，4 AGC 控制单元，5 发射信号处理单元，6 接收信号处理单元，7 发射功率控制模块，8 通道校准模块，9 耦合电路，10 混频器，11 解调器，12 A/D 转换器，13 训练算法模块，14 预失真器，15 混频器。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图与实施例对本实用新型作进一步说明。

[0020] 在多通道射频电路中，要求噪声系数尽可能的小。级连系统的总的噪声系数为：

[0021]

$$NF = NF_1 + \frac{NF_2 - 1}{G_1} + \frac{NF_3 - 1}{G_1 G_2} + \dots$$

[0022] 式中，NF 为噪声系数，G 为增益。可见，前面几级的噪声系数对系统影响最大。为降低级连系统的噪声系数，必须降低第一、第二级的噪声系数并适当提高他们的功率增益，以降低后面各级的噪声对系统的影响。因此易于采用分布式微带匹配电路来设计电路，同时选择合适介电常数、低差损的微波介质基片满足微带电路设计的需要，电路设计中前级低噪放匹配以噪声匹配为主，以取得最佳的噪声性能。低噪放输入端加低差损的铁氧体隔离器件来保证其输入驻波性能，提高 LNA 电路的稳定性。

[0023] 如图 1 和图 2 所示，分别给出了本实用新型的原理图以及宽带射频收发单元的原理图，其包括本振源 1、宽带射频收发单元 2、收发天线系统 3、AGC 控制单元 4、发射信号处理单元 5、接收信号处理单元 6、发射功率控制模块 7、通道校准模块 8；本振源 1 用于产生频率可调的高频信号，并把不同频率的信号输入到发射信号处理单元 5 和接收信号处理单元 6 中的混频器中，以便实现相应的调制和解调功能。发射信号处理单元输入的基带调制信号频率为 80MHz 的模拟信号，并输入到中频放大器中，然后再依次经过数控衰减器、带通滤波器、混频器、带通滤波器、功率放大器进行相应的处理，混频器用于实现基带信号与本振源发出的 2.32GHz 左右的高频信号的相加，设置在混频器前后两端的带通滤波器用于过滤相应频段外的杂质信号；经过功率放大器的处理后再通过环形器和带通滤波器并进行输出。环形器实现接收信号和发射信号的隔离，实现信号的双工收发。收发天线系统 3 与各个宽带射频收发单元 2 相连接，用于高频信号的发射和接收。这样通过本振源 1、宽带射频收发单元 2 中的发射信号处理单元 5、模拟信源、收发天线系统 3，并通过 80MHz 的基带信号与 2.32GHz 载波信号的混频，实现了 2.4GHz 模拟信号的输出。

[0024] 所示的宽带射频收发单元 2 中的接收信号处理单元 6 包括依次对环形器接收信号的输出端输出的信号进行处理的模拟射频开关、两个低噪声放大器、带通滤波器、混频器、带通滤波器、放大器以及 AGC 控制单元；混频器用于实现接收的 2.4GHz 信号与本振源 1 发出的 2.26GHz 的高频信号进行混频，并产生 140MHz 的中频信号，在经过相应的处理后输出。AGC 控制单元包括压控增益放大器 VGA、放大器、带通滤波器、功分器，该功分器一个输出端输出正常通路信号，另一个输出端输出的信号经检波器和运放处理后输入到压控增益放大器 VGA 的控制端。进而实现了对各个回路中接收增益的控制，并实现了增益的一致性。AGC 控制单元工作原理为功分器将通路信号耦合出来送给检波器进行检波，通过运放将检波电压调整到合适的范围，控制 VGA 的对中频信号的放大倍数，以输出稳定电平的中频信号，AGC 环路电平调整范围宽 $\geq 50\text{dB}$ ，具有稳定的幅度输出特性，很好的线性检波性能。

[0025] 如图 2 所示,给出了发射信号处理单元 5 中的功率放大器的中模拟预失真电路的电路原理图,其包括耦合电路 9、混频器 10、解调器 11、A/D 转换器 12、训练算法模块 13、预失真器 14、混频器 15;耦合电路 9 设置在功放的输出端,用于对输出的高频信号进行耦合,耦合出的高频信号经过混频器 10 与本振源 1 发出的信号进行混频,以便降低信号的频率;然后再经过解调器 11 进行解调,进而转化为接近为零的模拟信号,再经过 A/D 转换器 12 的转化后依次输入到训练算法模块 13、预失真器 14 中,最后经由混频器 15 与本振源 1 发出的信号混频后输入到功放的输入端口。模拟预失真电路采用数字模拟结合的模拟预失真技术,集成了模拟与数字方法的综合优势。与常用的数字预失真的不同之处在于:不直接对回馈信号进行采样,而是将之变频到中频后,再对该信号进行解调,最后输入到训练算法模块当中。由于对于 A/D 的采样率的要求明显降低,从而提高了系统的可实现性及制造成本。由于在中频上进行预失真,因此该方法不仅可以包含功放所成生的非线性,同时也能包含混频器中的非线性问题。因此,该预失真综合考虑射频链路上的主要非线性部分,进而改善了整个信道上的线性度,减少射频通路对系统性能所带来的影响。

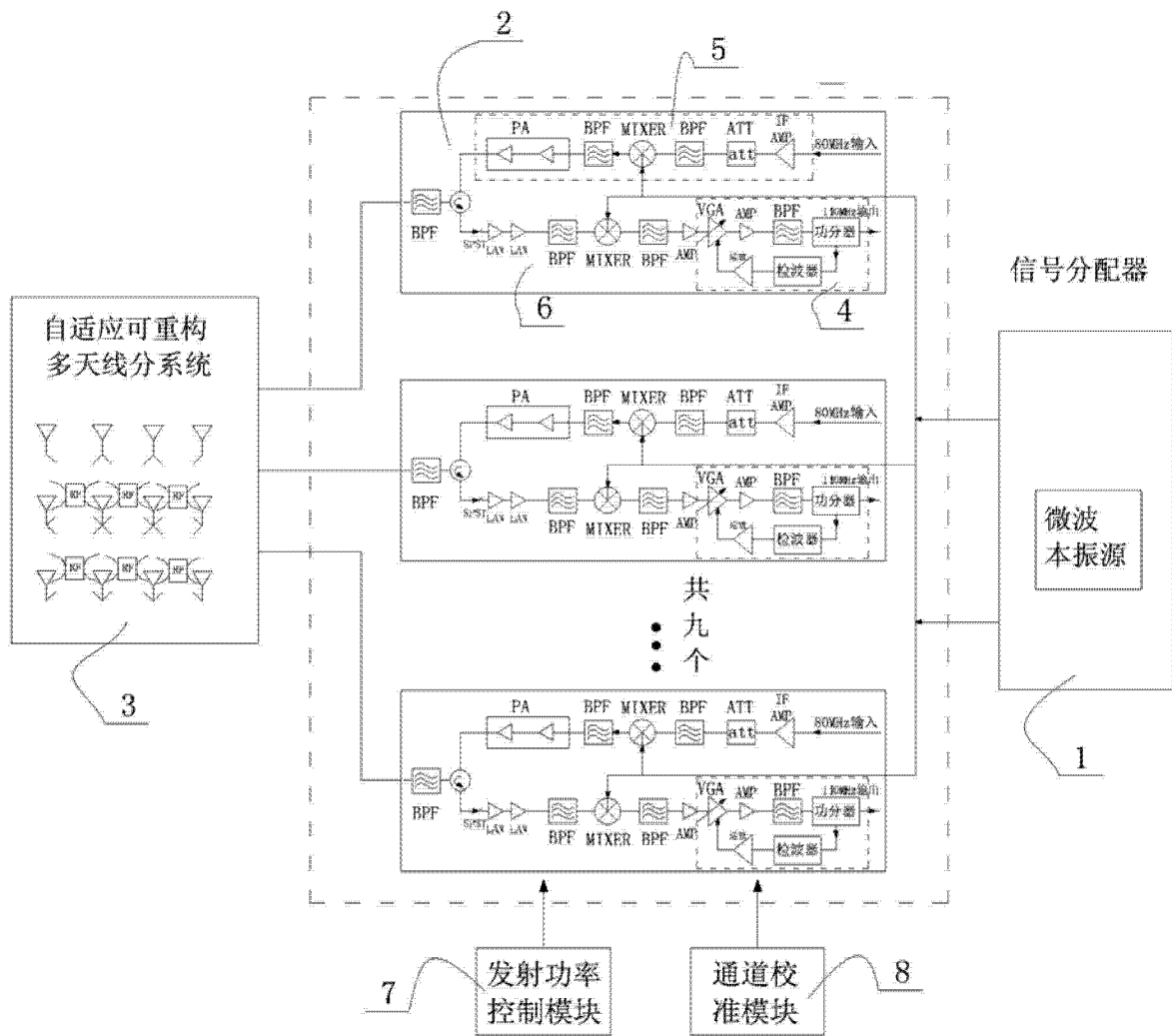


图 1

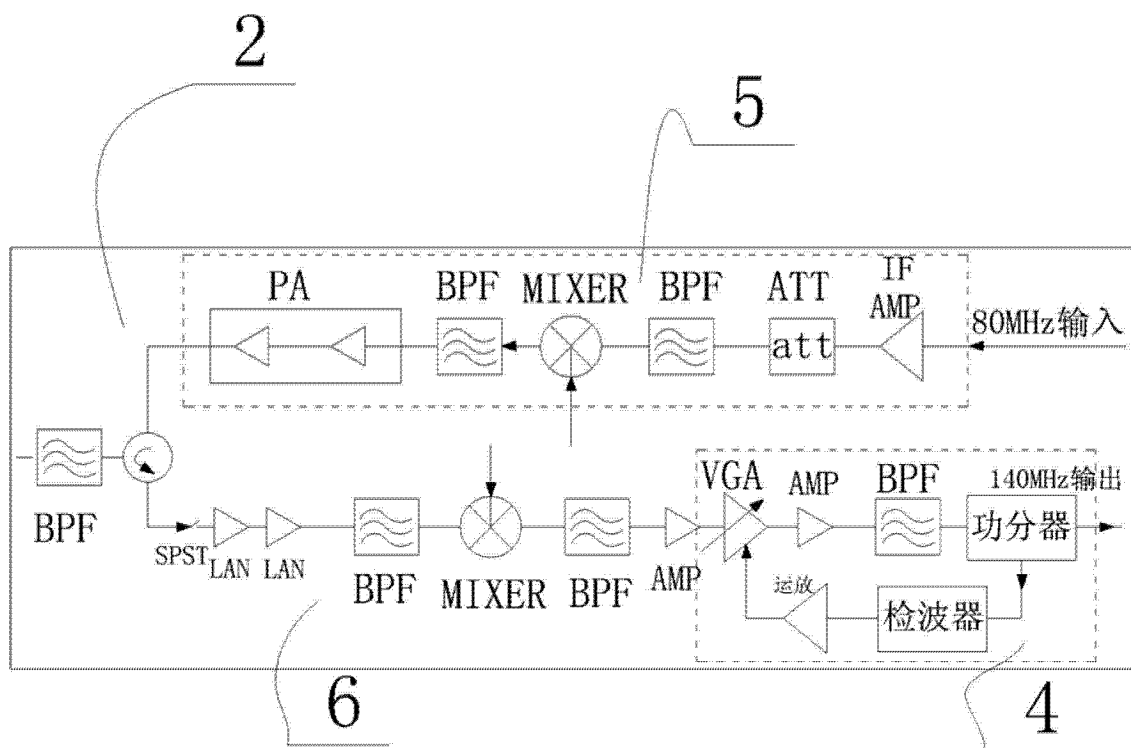


图 2

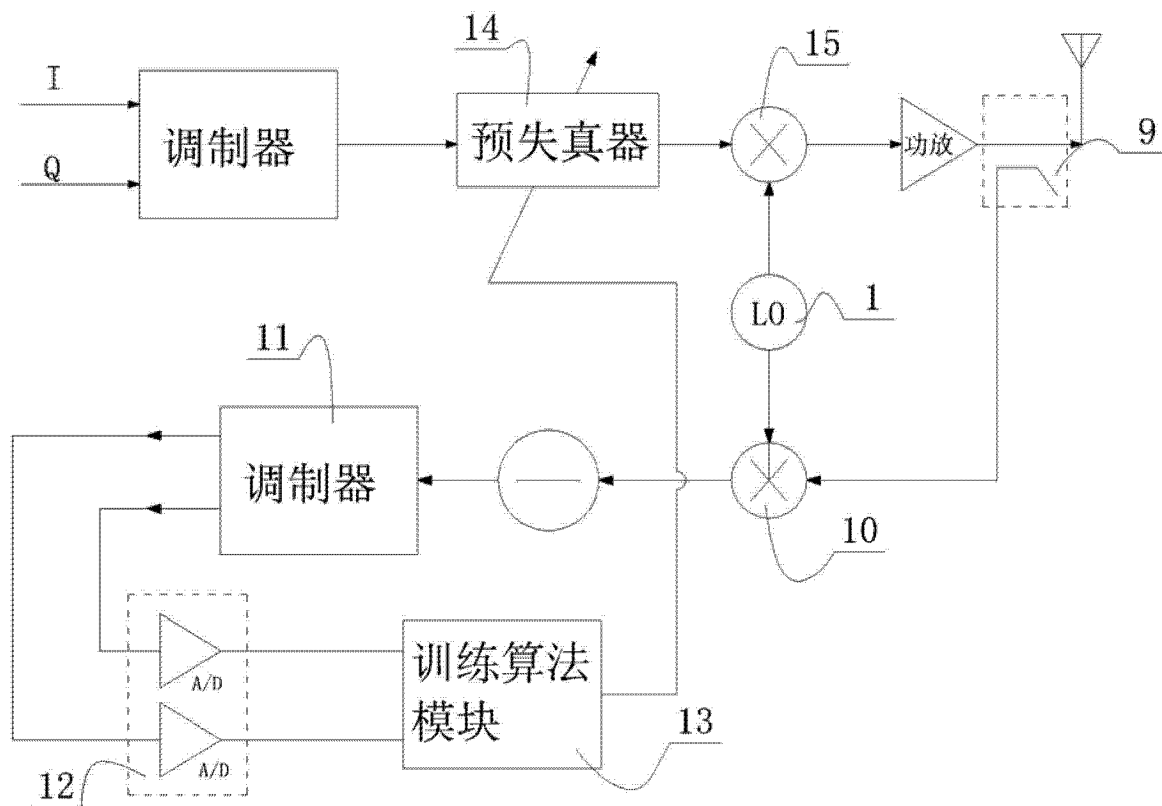


图 3