



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110545114 B

(45) 授权公告日 2021.10.22

(21) 申请号 201910737892.6

H04B 1/40 (2015.01)

(22) 申请日 2019.08.12

H04B 1/525 (2015.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

H04W 4/42 (2018.01)

申请公布号 CN 110545114 A

H04B 17/318 (2015.01)

(43) 申请公布日 2019.12.06

(56) 对比文件

(73) 专利权人 佳讯飞鸿(北京)智能科技研究院有限公司

CN 203872363 U, 2014.10.08

CN 105991149 A, 2016.10.05

CN 102412858 A, 2012.04.11

地址 100044 北京市海淀区上园村3号交大科技大厦1404-2

CN 110289879 A, 2019.09.27

CN 104518836 A, 2015.04.15

CN 107483074 A, 2017.12.15

(72) 发明人 刘艳兵 牛燕菲

审查员 马娟

(74) 专利代理机构 北京汲智翼成知识产权代理事务所(普通合伙) 11381

代理人 陈曦 任佳

(51) Int. Cl.

H04B 1/04 (2006.01)

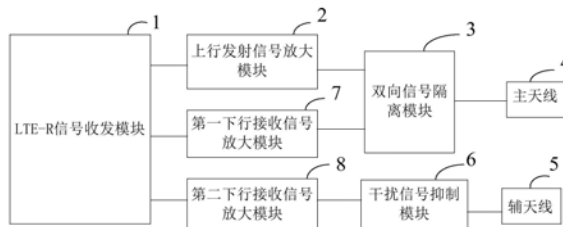
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于LTE-R的铁路无线通信终端

(57) 摘要

本发明公开了一种基于LTE-R的铁路无线通信终端。该通信终端包括LTE-R信号收发模块、上行发射信号放大模块、双向信号隔离模块、主天线、辅天线、干扰信号抑制模块、第一下行接收信号放大模块和第二下行接收信号放大模块。该通信终端根据其最大实际发射功率选取相应增益的线性功率放大器,以完成对上行发射信号的发射功率的放大,从而解决了现有铁路通信终端在LTE-R网络小区边缘上行功率受限的问题,满足在铁路大距离基站间距条件的信息传输。另一方面,该通信终端在提高上行发射信号的发射功率的同时,还保证了上下行信号的隔离度以及泄露比。



1. 一种基于LTE-R的铁路无线通信终端,其特征在于包括LTE-R信号收发模块、上行发射信号放大模块、双向信号隔离模块、主天线、辅天线、干扰信号抑制模块、第一下行接收信号放大模块和第二下行接收信号放大模块;所述双向信号隔离模块采用双工器实现;所述上行发射信号放大模块采用线性功率放大器实现;

所述LTE-R信号收发模块,用于接收所述主天线和所述辅天线分别从基站获取的下行接收信号,并根据所述下行接收信号的功率的强度和信号质量,对自身的上行发射信号的发射功率进行调整,同时还满足如下隔离度要求:

$$S_i + G + ACLR = -174 \text{ dBm/Hz} + 10 \lg B + N$$

其中, S_i 表示上行发射信号的发射功率, G 表示线性功率放大器的放大增益, $ACLR$ 表示相邻信道泄漏比, -174 dBm/Hz 表示高斯白噪声功率谱密度, N 表示双工器接收的噪声系数, B 表示信道带宽;

所述上行发射信号放大模块,用于将所述LTE-R信号收发模块发射的上行发射信号放大至预设倍数,所述预设倍数为所述铁路无线通信终端的最大实际发射功率与LTE-R芯片组的最大发射功率之间的比值,所述铁路无线通信终端的最大实际发射功率为所述铁路无线通信终端到基站的最大的路损与最小LTE-R小区目标接收功率之和,所述铁路无线通信终端到基站的最大的路损 $L = 20 \lg(F) + 20 \lg(D) + 32.4$,其中 F 为铁路无线通信终端所采用的频段, D 为铁路无线通信终端与基站之间的最大间距;

所述双向信号隔离模块,用于完成对所述上行发射信号和下行接收信号的隔离和合路;

所述干扰信号抑制模块,用于抑制所述辅天线传输的下行接收信号中掺杂干扰信号;

所述第一下行接收信号放大模块,用于对所述双向信号隔离模块传输的来自所述主天线传输的下行接收信号进行放大;

所述第二下行接收信号放大模块,用于对所述干扰信号抑制模块传输的来自所述辅天线传输的下行接收信号进行放大。

2. 如权利要求1所述的基于LTE-R的铁路无线通信终端,其特征在于:

所述上行发射信号放大模块采用放大增益值与所述上行发射信号放大的倍数相同的线性功率放大器实现。

3. 如权利要求1所述的基于LTE-R的铁路无线通信终端,其特征在于:

所述LTE-R信号收发模块采用LTE-R芯片组实现。

4. 如权利要求1所述的基于LTE-R的铁路无线通信终端,其特征在于:

所述第一下行接收信号放大模块采用第一低噪声放大器实现;所述第二下行接收信号放大模块采用第二低噪声放大器实现。

5. 如权利要求4所述的基于LTE-R的铁路无线通信终端,其特征在于:

所述干扰信号抑制模块采用声表面波滤波器实现。

6. 如权利要求5所述的基于LTE-R的铁路无线通信终端,其特征在于:

所述线性功率放大器、所述第一低噪声放大器和所述第二低噪声放大器的放大关系满足如下要求:

① 线性功率放大器的放大增益 = 第一低噪声放大器的放大增益;

② 第一低噪声放大器的放大增益 - 双工器的插入损耗 = 第二低噪声放大器的放大增

益-声表面波滤波器的插入损耗。

一种基于LTE-R的铁路无线通信终端

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于LTE-R的铁路无线通信终端,属于铁路专用通信技术领域。

背景技术

[0002] 铁路通信系统是高速铁路的神经中枢,在铁路系统运营维护、故障预警、险情通告、抢险救援等方面也发挥着重要作用。目前我国铁路移动通信主要采用GSM-R系统(专门为铁路通信设计的综合专用数字移动通信系统),该系统主要承载列控信息、无线列调、机车同步操控、调度命令无线传输、无线车次号校核信息、车载设备监测信息传送等多种业务。

[0003] 为了进一步保障高速铁路运行安全、提高运营效率、改善服务质量,满足各种铁路移动通信业务需求,特别是宽带移动通信业务需求与日俱增,GSM-R系统越来越难以满足高速铁路发展的要求。另一方面,随着公网LTE的快速发展,GSM市场规模不断萎缩。铁路移动通信面临着迫切的产业升级换代的要求,GSM-R系统向LTE-R系统(铁路宽带移动通信系统)演进已成大势所趋。

[0004] 由于LTE-R网络分布在铁路沿线并呈线性分布,并且建设条件有限,而导致基站较为稀疏,最小基站间距3km,最大基站间距超过6km,导致铁路无线通信终端与基站间的间距可能很大,使得铁路无线通信终端在小区边缘收到的下行信号很弱。另外,现有的铁路无线通信终端的最大输出功率固定,上行最大发射功率只有200mw(即23dBm),当基站小区目标接收功率为-67dBm时,铁路无线通信终端距离基站1.68km时就将达到最大发射功率,因此,现有的铁路无线通信终端很难满足在铁路大距离基站间距条件下的信息传输,导致该通信终端在LTE-R网络小区边缘时的上行功率严重受限,基站收到的该通信终端上行信号很弱,信噪比很低,很难解调,该通信终端上行速率很低,乃至掉线,从而很难保证铁路业务的可靠性。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题在于提供一种基于LTE-R的铁路无线通信终端。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用下述技术方案:

[0007] 一种基于LTE-R的铁路无线通信终端,包括LTE-R信号收发模块、上行发射信号放大模块、双向信号隔离模块、主天线、辅天线、干扰信号抑制模块、第一下行接收信号放大模块和第二下行接收信号放大模块;

[0008] 所述LTE-R信号收发模块,用于接收所述主天线和所述辅天线分别从基站获取的下行接收信号,并根据所述下行接收信号的功率的强度和信号质量,对自身的上行发射信号的发射功率进行调整;

[0009] 所述上行发射信号放大模块,用于将所述LTE-R信号收发模块发射的上行发射信号放大至预设倍数;

[0010] 所述双向信号隔离模块,用于完成对所述上行发射信号和下行接收信号的隔离和

合路；

[0011] 所述干扰信号抑制模块,用于抑制所述辅天线传输的下行接收信号中掺杂干扰信号；

[0012] 所述第一下行接收信号放大模块,用于对所述双向信号隔离模块传输的来自所述主天线传输的下行接收信号进行放大；

[0013] 所述第二下行接收信号放大模块,用于对所述干扰信号抑制模块传输的来自所述辅天线传输的下行接收信号进行放大。

[0014] 其中较优地,所述上行发射信号放大模块采用放大增益值与所述上行发射信号放大的倍数相同的线性功率放大器实现。

[0015] 其中较优地,所述LTE-R信号收发模块采用LTE-R芯片组实现；

[0016] 所述双向信号隔离模块采用双工器实现。

[0017] 其中较优地,所述上行发射信号放大至预设倍数为:所述铁路无线通信终端的最大实际发射功率与LTE-R芯片组的最大发射功率之间的比值。

[0018] 其中较优地,所述铁路无线通信终端的最大实际发射功率为:所述铁路无线通信终端到基站的最大路损与最小LTE-R小区目标接收功率之和。

[0019] 其中较优地,所述铁路无线通信终端到所述基站的最大路损表示为,

[0020] $L=20\lg(F)+20\lg(D)+32.4$

[0021] 其中,F为所述基于LTE-R的铁路无线通信终端所采用的频段;D为所述基于LTE-R的铁路无线通信终端与所述基站之间的最大间距。

[0022] 其中较优地,所述第一下行接收信号放大模块采用第一低噪声放大器实现;所述第二下行接收信号放大模块采用第二低噪声放大器实现。

[0023] 其中较优地,所述干扰信号抑制模块采用声表面波滤波器实现。

[0024] 其中较优地,为了保证所述基于LTE-R的铁路无线通信终端的上下行信号的放大倍数的一致性,确保所述基于LTE-R的铁路无线通信终端计算出的路损与所述基站计算出的路损保持一致,对用于放大上下行信号的放大器的放大关系有如下要求:

[0025] ①线性功率放大器的放大增益=第一低噪声放大器的放大增益;

[0026] ②第一低噪声放大器的放大增益-双工器的插入损耗=第二低噪声放大器的放大增益-声表面波滤波器的插入损耗。

[0027] 其中较优地,所述基于LTE-R的铁路无线通信终端的相邻信道的泄漏比ACLR为:

[0028] $ACLR=-174\text{dBm/Hz}+10\lg B+N-S_i-G$

[0029] 其中, S_i 表示上行发射信号的发射功率; G 表示线性功率放大器的放大增益; N 表示双工器接收的噪声系数; -174dBm/Hz 表示高斯白噪声功率谱密度; B 表示信道带宽。

[0030] 本发明所提供的基于LTE-R的铁路无线通信终端根据其最大实际发射功率选取相应增益的线性功率放大器,以完成对上行发射信号的发射功率的放大,从而解决了现有铁路无线通信终端在LTE-R网络小区边缘上行功率受限的问题,满足在铁路大距离基站间距条件的信息传输。另一方面,本基于LTE-R的铁路无线通信终端在提高上行发射信号的发射功率的同时,还保证了上下行信号的隔离度以及泄露比。

附图说明

[0031] 图1为本发明所提供的基于LTE-R的铁路无线通信终端的结构框图；

[0032] 图2为本发明所提供的基于LTE-R的铁路无线通信终端的原理图；

[0033] 图3为本发明所提供的基于LTE-R的铁路无线通信终端中,经放大的上行发射信号的传输走向示意图；

[0034] 图4为本发明所提供的基于LTE-R的铁路无线通信终端中,经放大的下行接收信号的传输走向示意图。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图和具体实施例对本发明的技术内容做进一步的详细说明。

[0036] 本发明实施例设计了一种基于LTE-R网络的满足中国铁路运行的无线通信终端。该无线通信终端参照最新版本3GPP TS 136 521-1R14中定义的Band 31频段,频率范围是:上行是452.5-457.5MHz,下行是462.5-467.5MHz。其中,由于450MHz频段低,传播损耗小,绕射能力强,采用相同数量的基站,可以覆盖更大范围。相同的发射功率和传播条件下,同样是运行FDD-LTE技术,450MHz的覆盖距离约是1.8GHz的3.5倍,覆盖同样区域的行动通讯网络,使用450MHz频段所需要的基站数量仅为1.8GHz的8.3%,非常适合于铁路通讯建设,因此中国铁路局评估沿用450~470MHz运转LTE-R。本发明所提供的基于LTE-R的铁路无线通信终端主要采用450MHz频段,实现在铁路大距离基站间距条件下的信息传输,并保证上下行信号的隔离度以及泄露比。

[0037] 如图1所示,本发明所提供的基于LTE-R的铁路无线通信终端,包括LTE-R信号收发模块1、上行发射信号放大模块2、双向信号隔离模块3、主天线4、辅天线5、干扰信号抑制模块6、第一下行接收信号放大模块7和第二下行接收信号放大模块8。LTE-R信号收发模块1分别连接上行发射信号放大模块2、第一下行接收信号放大模块7和第二下行接收信号放大模块8,上行发射信号放大模块2和第一下行接收信号放大模块7分别连接双向信号隔离模块3,双向信号隔离模块3连接主天线4,第二下行接收信号放大模块8连接干扰信号抑制模块6,干扰信号抑制模块6连接辅天线5。

[0038] LTE-R信号收发模块1,用于接收主天线4和辅天线5分别从基站获取的下行接收信号,以完成对该下行接收信号的处理,并根据接收下行接收信号的功率的强度和信号质量,对自身的上行发射信号的发射功率进行调整。

[0039] 上行发射信号放大模块2,用于将LTE-R信号收发模块1发射的上行发射信号放大至预设倍数,以提高该上行发射信号的传输距离。

[0040] 双向信号隔离模块3,用于完成对上行发射信号和下行接收信号的隔离和合路。

[0041] 干扰信号抑制模块6,用于抑制辅天线5传输的下行接收信号中掺杂干扰信号。

[0042] 第一下行接收信号放大模块7,用于对双向信号隔离模块3传输的来自主天线4传输的下行接收信号进行放大。

[0043] 第二下行接收信号放大模块8,用于对干扰信号抑制模块6传输的来自辅天线5传输的下行接收信号进行放大。

[0044] 具体的说,如图2所示,LTE-R信号收发模块1可以采用LTE-R芯片组实现。通过LTE-R芯片组接收主天线4和辅天线5分别从基站获取的下行接收信号,将所接收的下行接收信

号进行合并解调、信道估计等,得到的下行接收信号的功率强度和信号质量等信息,根据得到的下行接收信号的功率强度和信号质量,LTE-R芯片组可以在其最大发射功率范围内相应调整发射功率。根据3GPP标准规定,LTE-R芯片组的最大发射功率为23dBm。因此,LTE-R芯片组可以根据实际解调出的下行接收信号的功率强度和信号质量,在0~23dBm发射功率范围内相应调整上行发射信号的发射功率。

[0045] 但是,对于LTE-R系统来说,铁路无线通信终端距离基站1.68km时该终端就达到最大发射功率,而基站与铁路无线通信终端之间的间距往往都超过了1.68km,此时铁路无线通信终端的上行发射信号的最大发射功率也无法满足LTE-R系统的长距离信息传输。因此,需要采用外部放大的方式,对LTE-R芯片组的上行发射信号在其外部放大一定的倍数,从而提高该上行发射信号的传输距离。

[0046] 由于基站设置的位置固定,使得铁路无线通信终端与基站之间的最大间距固定,因此,只要保证铁路无线通信终端距离基站最远时,该通信终端具有足够大的发射功率完成将上行发射信号传输至基站,就能实现铁路无线通信终端在与基站最大的间距范围内,移动到任意位置都能实现将上行发射信号传输至基站。

[0047] 当铁路无线通信终端与基站之间的距离最大时,铁路无线通信终端将达到最大发射功率23dBm(换算为200mW),需要将该最大发射功率放大至能够将上行发射信号传输至基站时所需的实际发射功率,才能实现将上行发射信号传输至基站。也就是说,铁路无线通信终端的最大实际发射功率为铁路无线通信终端与基站之间的距离最大时,该铁路无线通信终端向基站传输的上行发射信号所需的实际发射功率。因此,可以以该铁路无线通信终端的最大实际发射功率与LTE-R芯片组的最大发射功率之间的比值作为LTE-R芯片组发射的上行发射信号在其外部所放大的倍数;那么,无论LTE-R芯片组在0~23dBm发射功率范围内如何调整发射功率的数值,都会将LTE-R芯片组发射的上行发射信号在其外部放大相同的倍数,从而保证铁路无线通信终端在与基站最大的间距范围内,移动到任意位置都能实现将上行发射信号传输至基站。

[0048] 其中,将LTE-R芯片组发射的上行发射信号在其外部放大至预设倍数通过上行发射信号放大模块2实现。上行发射信号放大模块2可以采用放大增益值与上行发射信号放大的倍数相同的线性功率放大器实现。该线性功率放大器的输入端连接LTE-R芯片组的发射端TX,线性功率放大器的输出端连接双向信号隔离模块3的发射端(如图2所示的双工器的发射端TX)。下面详细说明如何得到LTE-R芯片组发射的上行发射信号在其外部所放大的倍数,从而便于选取相应的线性功率放大器实现将上行发射信号放大至预设倍数。

[0049] 具体的说,该铁路无线通信终端的最大实际发射功率为该铁路无线通信终端到基站的**最大路损(无线电波自由空间损耗)与最小LTE-R小区目标接收功率之和。该铁路无线通信终端到基站的**最大路损根据如下公式得到:

$$[0050] \quad L = 201g(F) + 201g(D) + 32.4 \quad (1)$$

[0051] 其中,L表示该铁路无线通信终端到基站的**最大路损;F为铁路无线通信终端所采用的频段,该频段一般为450MHz频段;D为铁路无线通信终端与基站之间的最大间距,单位:km。由于LTE-R小区目标接收功率范围根据铁路通信标准而定,运营商公网一般为不小于-80dBm,为了保证铁路通信的高可靠性,因此最小LTE-R小区目标接收功率可以选取-70dBm。将公式(1)计算的该铁路无线通信终端到基站的**最大路损和最小LTE-R小区目标接收功率

作和,即可得到该铁路无线通信终端的最大实际发射功率。例如,如图3所示,采用上述方法计算得到铁路无线通信终端与基站之间的距离最大时对应的最大实际发射功率为1W,那么可以采用放大增益值为5的线性功率放大器,实现将LTE-R芯片组发射的上行发射信号的强度从200mW放大到1W,从而增加上行发射信号的传播距离,使得经线性功率放大器放大后的上行发射信号能够通过双向信号隔离模块3传输到主天线4,并通过主天线4发射出去,以便于基站能够接收到该上行发射信号,从而解决铁路无线通信终端在LTE-R网络小区边缘上行功率受限的问题,提高了LTE-R网络的覆盖能力。

[0052] 如图2所示,干扰信号抑制模块6可以采用SAW滤波器(surface acoustic wave,声表面波滤波器)实现。SAW滤波器的输入端连接辅天线,SAW滤波器的输出端连接第二下行接收信号放大模块8的输入端。通过该SAW滤波器可以有效抑制其他电子系统辐射信号对传输下行接收信号的信道(即接收信道)的干扰以及相邻信道对该接收信道的干扰信号,保证较高的接收灵敏度。

[0053] 如图2所示,第一下行接收信号放大模块7和第二下行接收信号放大模块8可以分别采用低噪声放大器实现。即第一下行接收信号放大模块7可以采用第一低噪声放大器;第二下行接收信号放大模块8可以采用第二低噪声放大器。

[0054] 其中,第一低噪声放大器的输入端连接双向信号隔离模块3的接收端,该第一低噪声放大器的输出端连接LTE-R芯片组的第一接收端RX1;第二低噪声放大器的输入端连接SAW滤波器的输出端,该第二低噪声放大器的输出端连接LTE-R芯片组的第二接收端RX2。如图4所示,主天线4接收的来自基站发送的下行接收信号通过双向信号隔离模块3传输到第一低噪声放大器进行放大后,传输到LTE-R芯片组进行处理;辅天线5接收的来自基站发送的下行接收信号通过SAW滤波器传输到第二低噪声放大器进行放大后,传输到LTE-R芯片组进行处理。通过低噪声放大器可以实现对主天线和辅天线获取的下行接收信号进行放大,以完成主天线下行接收功能以及辅天线分集接收功能,并提升了LTE-R芯片组对下行接收信号的解调能力,同样也提高了LTE-R网络的覆盖能力。此外,下行接收信号采用分集接收模式,从而减小衰落的影响,以保证在不增大基站发射功率和增加天线尺寸的情况下,提高本基于LTE-R的铁路无线通信终端的接收灵敏度。

[0055] 如图2所示,双向信号隔离模块3可以采用双工器实现。该双工器的发射端TX连接线性功率放大器的输出端,双工器的接收端RX连接第一下行接收信号放大模块7的输入端,双工器的天线端ANT连接主天线4。通过双工器将上行发射信号和下行接收信号进行隔离和合路,保证本基于LTE-R的铁路无线通信终端发射和接收能同时正常工作。

[0056] 另外,为了保证本基于LTE-R的铁路无线通信终端的上下行信号(上行发射信号和下行接收信号)的放大倍数的一致性,确保本基于LTE-R的铁路无线通信终端计算出的路损与基站计算出的路损保持一致,对用于放大上下行信号的放大器的放大关系有如下要求:

[0057] ①线性功率放大器的放大增益 G =第一低噪声放大器的放大增益 G_1 。

[0058] ②第一低噪声放大器的放大增益 G_1 -双工器的插入损耗 L_1 =第二低噪声放大器的放大增益 G_2 -SAW滤波器的插入损耗 L_2 。

[0059] 为了使调整过上行发射信号的发射功率的本基于LTE-R的铁路无线通信终端可以正常工作、互不影响,需满足一定的隔离度要求,即其对数表达形式为:

[0060] $S_i+G+ACLR=-174\text{dBm/Hz}+10\lg B+N$ (2)

[0061] 其中, S_i 表示上行发射信号的发射功率,LTE-R芯片组的最大发射功率为23dBm; G 表示线性功率放大器的放大增益; N 表示双工器接收的噪声系数;-174dBm/Hz表示高斯白噪声功率谱密度; B 表示信道带宽,LTE-R小区带宽为5MHz;ACLR表示相邻信道泄漏比,对于本基于LTE-R的铁路无线通信终端来说,上行发射信号采用频段的中心频点为455MHz,下行接收信号采用频段的中心频点为465MHz,邻道相差带宽为10MHz。则本基于LTE-R的铁路无线通信终端采用10dB的放大增益, N 为3dB,此时,LTE-R系统10MHz的相邻信道的泄漏比ACLR为: $ACLR = -174\text{dBm/Hz} + 10\lg B + N - S_i - G = -137\text{dBm}$,即在提高上行发射信号的发射功率的条件下,本基于LTE-R的铁路无线通信终端的相邻信道的功率泄露要求不大于-137dBm,从而解决了本基于LTE-R的铁路无线通信终端发射的上行发射信号放大后导致的主天线收发干扰的问题。

[0062] 本发明所提供的基于LTE-R的铁路无线通信终端根据其最大实际发射功率选取相应增益的线性功率放大器,以完成对上行发射信号的发射功率的放大,从而解决了现有铁路无线通信终端在LTE-R网络小区边缘上行功率受限的问题,满足在铁路大距离基站间距条件的信息传输。另一方面,本基于LTE-R的铁路无线通信终端在提高上行发射信号的发射功率的同时,还保证了上下行信号的隔离度以及泄露比。

[0063] 以上对本发明所提供的基于LTE-R的铁路无线通信终端进行了详细的说明。对本领域的一般技术人员而言,在不背离本发明实质精神的前提下对它所做的任何显而易见的改动,都将属于本发明专利权的保护范围。

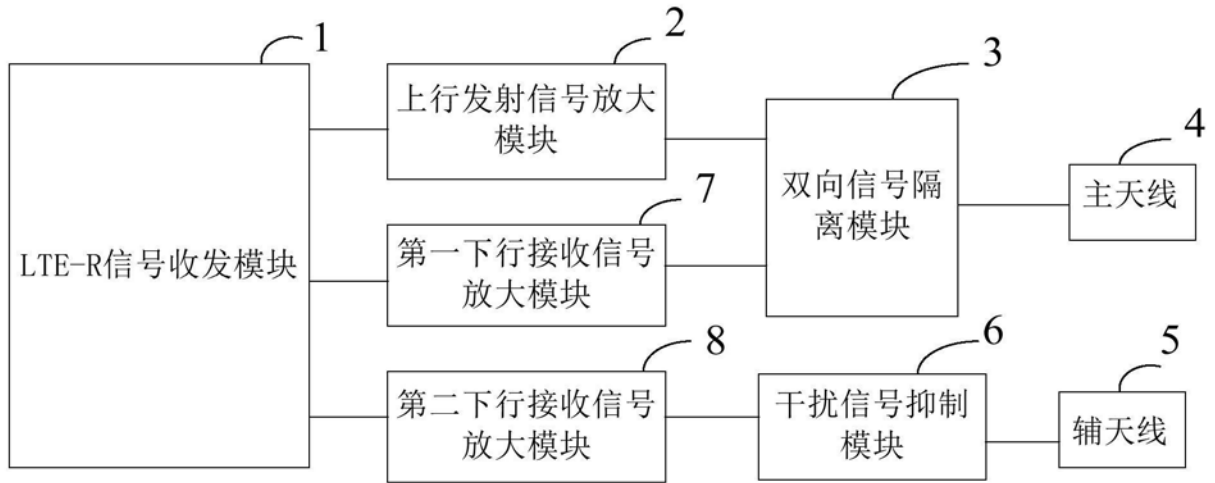


图1

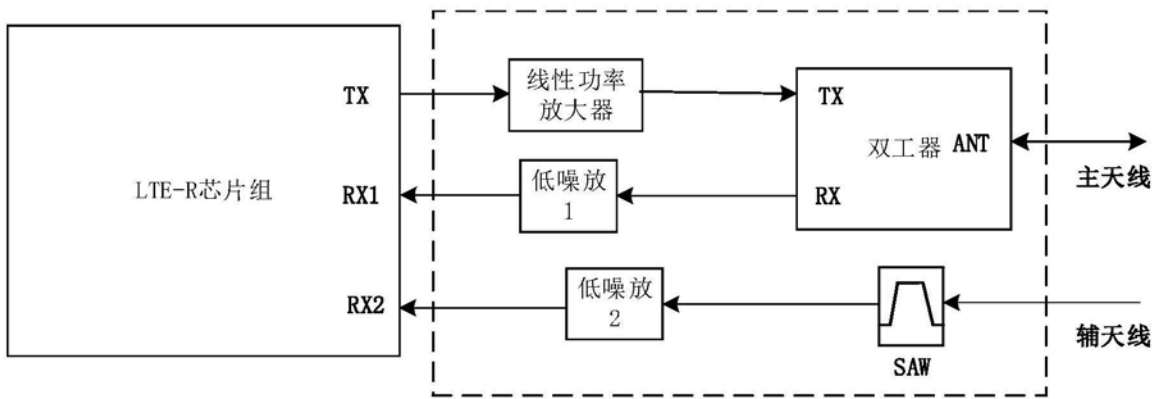


图2

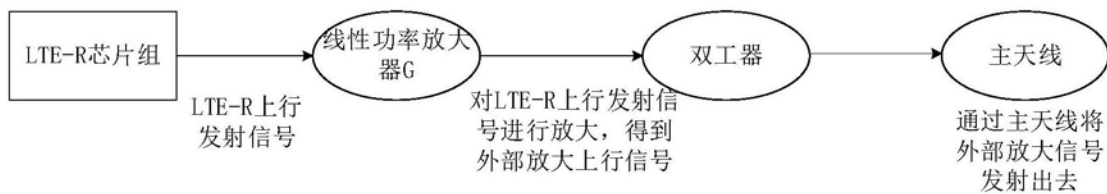


图3

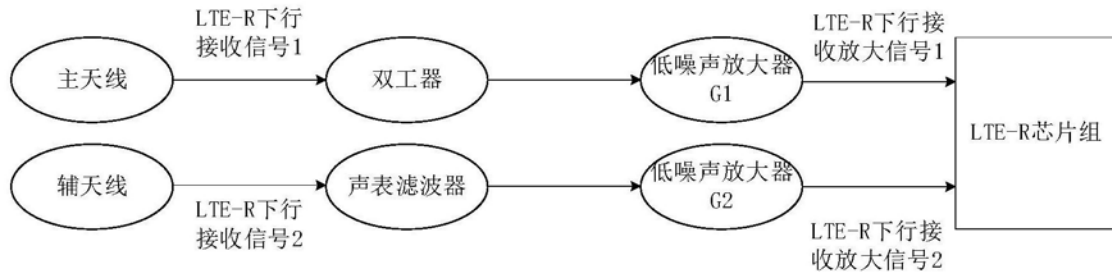


图4