(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 10 月 25 日 (25.10.2018)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2018/191985 A1

(51) 国际专利分类号:
H04W 52/22 (2009.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/081535

(22) 国际申请日: 2017 年 4 月 21 日 (21.04.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 深圳市大疆创新科技有限公司 (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: 胡汝佳 (HU, Rujia); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。 谢鹏 (XIE, Peng); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。 代元甲 (DAI, Yuanjia); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。 苏俊杰 (SU, Junjie); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京博思佳知识产权代理有限公司 (BEIJING BESTIPR INTELLECTUAL PROPERTY LAW CORPORATION); 中国北京市海淀区上地三街9号嘉华大厦B座409室, Beijing 100085 (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:** RADIO FREQUENCY CONTROL SYSTEM AND CONTROL METHOD

(54) **发明名称**: 一种射频控制系统和控制方法

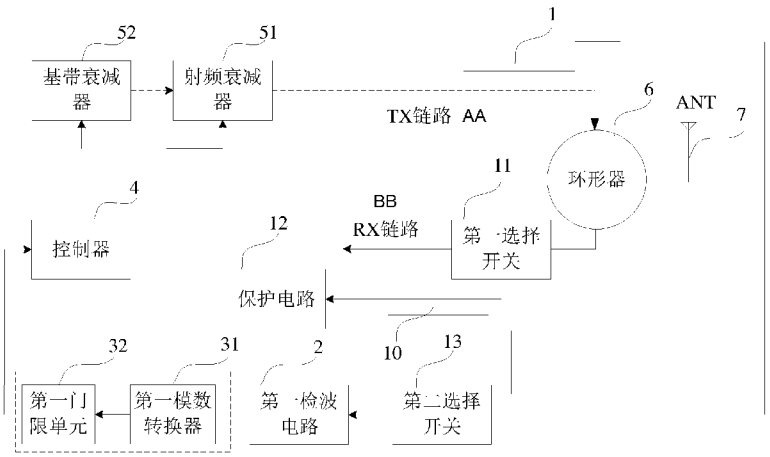

图 5

2 FIRST DETECTION CIRCUIT
4 CONTROLLER
6 CIRCULATOR
7 ANT
11 FIRST SELECTION SWITCH
12 PROTECTION CIRCUIT
13 SECOND SELECTION SWITCH
31 FIRST ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER
32 FIRST THRESHOLD UNIT
51 RADIO FREQUENCY ATTENUATOR
52 BASEBAND ATTENUATOR
AA TX LINK
BB RX LINK

(57) **Abstract:** A radio frequency control system, comprising a first detection circuit (2), a first pulse processing circuit (3) and a controller (4), the first detection circuit (2) being used for converting a received radio frequency signal into a direct current signal and sending same to the first pulse processing circuit (3), the first pulse processing circuit (3) being used for performing analog-to-digital conversion of the direct current signal to obtain a digital pulse signal and send same to the controller (4), the controller (4) being used for calculating the power of the received pulse signal to obtain the actual power value of the radio frequency signal, and generating,

WO 2018/191985 A1

[见续页]

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, 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))。

according to the comparison result between the actual power value and a target output power value, a pre-set instruction and sending same to a radio frequency signal transmission terminal, so as to adjust the transmission power of subsequent radio frequency signals. The radio frequency control system can control the output power of radio frequency signals of different modes, improving the adaptive range of the control system.

(57) 摘要：一种射频控制系统，包括第一检波电路（2）、第一脉冲处理电路（3）和控制器（4）；第一检波电路（2）用于将接收的射频信号转换为直流信号并发送给第一脉冲处理电路（3）；第一脉冲处理电路（3）用于将直流信号进行模数转换得到数字式的脉冲信号并发送给控制器（4）；控制器（4）用于统计接收的各脉冲信号的功率得到射频信号的实际功率值，并根据实际功率值与目标输出功率值的比较结果生成一个预设指令发送给射频信号发射端，以调整后续的射频信号的发射功率。该射频控制系统能够控制不同制式的射频信号的输出功率，提升控制系统的适应范围。

一种射频控制系统和控制方法

技术领域

[01] 本发明涉及无线通信技术领域，尤其涉及一种射频功率控制系统和方法。

背景技术

[02] 随着民用无人机的普及，用户与无人机之间需要具有稳定的双向通信，这对射频系统提出更高的可靠性要求。

[03] 上述射频系统包括发射机和接收机。发射机负责把基带信号调制变频到高频信号，然后通过天线发射到自由空间；接收机从自由空间中接收射频信号，下变频解调还原为基带信号，从而实现信号在自由空间中的传输。因此，射频系统是整个无线通信系统的基础，射频控制系统的可靠性是保障无线通信系统正常运作的基础。

[04] 射频控制系统具有功率控制，发射/接收状态监控等功能，通常情况下，为保证无线通信系统的覆盖效果，采用中继设备进行电磁波信号的覆盖与接力。在射频系统与中继设备距离比较近时，需要上述中继设备能够在预设范围内的过激励时，能够保证输出功率恒定。然而，在产品组装和产品使用过程中，中继设备可能会出现天线连接失配甚至开路的情况，导致射频系统输出信号大部分被天线端口反射回来损坏射频系统中部分器件。

[05] 为解决上述问题，射频系统中增加 ALC（Automatic Level Control ）自动电平控制器，ALC 电路将输出射频信号转换为直流分量，并将该直流分量放大后作为射频系统输入信号的偏压参考。然而，上述 ALC 电路受射频系统中调制制式和输出功率的影响，需要对 ALC 电路做出相应的改动，使射频系统的检测精度和动态使用范围受限。

发明内容

[06] 本发明提供一种射频控制系统和控制方法。

[07] 根据本发明的第一方面，提供一种射频控制系统，所述系统包括第一检波电路、第一脉冲处理电路和控制器；

[08] 所述第一检波电路用于将接收的射频信号转换为直流信号并发送给第一脉冲处理电路；

[09] 所述第一脉冲处理电路用于将所述直流信号进行模数转换得到数字式的脉冲信号并发送给所述控制器；

[10] 所述控制器用于统计接收的各脉冲信号的功率得到所述射频信号的实际功率值，并根据所述实际功率值与目标输出功率值的比较结果生成一个预设指令发送给射频信号发射端，以调整后续的射频信号的发射功率。

[11] 根据本发明的第二方面，提供一种射频控制系统，所述系统包括控制器和第一功率计；

[12] 所述第一功率计用于获取接收的射频信号的实际功率值并发送给所述控制器；

[13] 所述控制器用于根据所述实际功率值与目标输出功率值的比较结果生成一个预设指令发送给射频信号发射端，以调整后续的射频信号的发射功率。

[14] 根据本发明的第三方面，提供一种射频控制系统的控制方法，所述方法包括：

[15] 获取射频信号的实际功率值；

[16] 根据所述实际功率值与目标输出功率值的比较结果生成一个预设指令发送给射频信号发射端，以调整后续的射频信号的发射功率。

[17] 由以上本发明实施例提供的技术方案可见，本发明利用第一检波电路将接收的射频信号转换为直流信号并发送给第一脉冲处理电路，然后利用第一脉冲处理电路将上述直流信号进行模数转换得到数字式的脉冲信号并发送给控制器；最后控制器统计接收到的各脉冲信号的功率得到射频信

号的实际功率值，进而根据实际功率值和目标输出功率值的比较结果生成一个预设指令发送给射频信号发射端，以调整后续的射频信号的发射功率。可见，本发明实施例能够控制不同制式的射频信号的输出功率，提升控制系统的适应范围。

附图说明

[18] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[19] 图 1~图 5 是本发明一实施例提供的一种射频控制系统的结构示意图；

[20] 图 6~图 7 是本发明另一实施例提供的一种射频控制系统的结构示意图；

[21] 图 8 是本发明实施例提供的射频控制系统的控制方法的流程示意图。

具体实施方式

[22] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[23] 下面结合附图，对本发明实施例提供的射频控制系统和控制方法进行详细说明。在不冲突的情况下，下述的实施例及实施方式中的特征可以相互组合。

[24] 本发明实施例中射频系统对天线 ANT 分时复用，从而射频系统具有发射链路（TX 链路）和接收链路（RX 链路）。TX 链路是指，在天线发射射频信号时，射频系统与天线等形成的射频信号发射链路；RX 链路是指，在天线接收射频信号时，射频系统与天线等形成的射频信号接收链路。对射频信号的输出功率进行控制时，可以调整射频信号发射端即发射机进行调整，也可以对天线处进行补偿。本发明实施例中已发射机输出恒定功率，但是受到通信环境的影响需要对射频信号的输出功率进行补偿为例进行说明。

[25] 相关技术中利用检波管将射频信号转换为直流分量，然后将直流分量处理后作为参考偏压，适用于检测正弦波的场合。但是由于无人机采用 TDD(Time Division Duplexing)时分双工方式实现双向通信，检波管需要检测输出有占空比的时隙信号，此时其所检测的直流分量表现不一致，影响检测精度和输出功率控制精度。为此，上述射频控制系统需要根据不同制式的射频信号进行硬件调整，导致使用范围极其有限。并且，相关技术中输出功率检测和驻波检测采用同一电路实现，导致两者互相影响，检测的动态受限，检测结果一致性较差。

[26] 为解决上述问题，本发明实施例提供了一种射频控制系统。如图 1 所示，该射频控制系统包括第一检波电路 2、第一脉冲处理电路 3 和控制器 4。其中，第一检波电路 2 用于将接收的射频信号转换为直流信号并发送给所述第一脉冲处理电路 2。第一脉冲处理电路 2 用于将上述直流信号进行模数转换得到数字式的脉冲信号并发送给控制器 4。控制器 4 统计接收的各脉冲信号的功率得到射频信号的实际功率值，然后根据上述实际功率值与目标输出功率值的比较结果生成一个预设指令发送给射频信号发射端，以调整后续的射频信号的发射功率。

[27] 本发明一实施例中，如图 1 所示，射频控制系统还包括环形器 6 和设置在该环形器 6 输入端的第一信号耦合电路 1。在射频信号的发射阶段，环形器 6 的输入端与 TX 链路连接，可以接收射频系统发送的射频信号。

第一信号耦合电路 1 设置在环形器 6 输入端，用于耦合该环形器 6 输入端的射频信号传输给第一检波电路 2。需要说明的是，为保证射频信号有效的输入到环形器 6 中，第一信号耦合电路 1 仅耦合一定比例的射频信号，例如上述比例可以是 5%。当然上述比例可以根据实际需要进行调整，本发明实施例不作限定。

[28] 本发明一实施例中，如图 1 所示，射频控制系统还包括衰减电路 5。该衰减电路 5 与控制器 4 连接，接收来自该控制器 4 的预设指令，根据该预设指令补偿射频信号的输出功率。

[29] 可见，本发明上述实施例中第一信号耦合电路 1、第一检波电路 2、第一脉冲处理电路 3、控制器 4 和衰减器 5 可以对射频信号的输出功率进行调整。由于本发明实施例中对射频信号进行模数转换得到脉冲信号，可以避免相关技术中不同制式下相同占空比射频信号对应的直流分量不一致，或者相同制式下不同占空比对应的直流分量一致的情况；然后统计各脉冲信号的功率得到射频信号的实际功率值进行处理，可以提高控制精度和系统的适应范围。

[30] 下面对上述各部件的配置和选型作进一步说明。

[31] 本发明一实施例中，第一检波电路 2 可以采用二极管实现，也可以采用方均根（Root Mean Square，RMS）检波芯片实现。本领域技术人员也可以根据第一检波电路 2 的功能即将射频信号检波出直流信号，选择相应的检波电路实现，上述方案同样落入本发明的保护范围。

[32] 本发明一实施例中，如图 2 所示，第一脉冲处理电路 3 至少包括第一模数转换器 31 和第一门限单元 32。第一模数转换器 31 与第一检波电路 2 连接，第一门限单元 32 与控制器 4 连接。第一模数转换器 31 按照预设采集频率对来自第一检波电路 2 的直流信号进行采样，这样可以将上述直流信号进行模数转换得到多个脉冲信号，并且将多个脉冲信号发送给第一门限单元 32。第一门限单元 32 将各个脉冲信号的幅值与预设幅值进行比较，从上述多个脉冲信号中选择幅值大于或者等于预设幅值的脉冲信号发

送给控制器 4。

[33] 需要说明的是，上述多个脉冲信号中各脉冲信号具有不同的幅值，不同幅值的脉冲信号对应不同的能量，相同幅值的脉冲信号具有相同的能量。这样，本发明实施例中通过合理设置预设采集频率，对各种直流分量进行采集，保证各直流信号特征的完整性。然后通过从多个脉冲信号中筛选出满足幅值要求的脉冲信号，从而可以保证不同制式下相同占空比射频信号对应的脉冲信号数量相同，或者相同制式下不同占空比射频信号对应的脉冲信号数量不同。可见，本发明实施例适用于对不同制式下射频信号的输出功率进行控制的场景，扩大了适用范围。

[34] 需要说明的是，第一模数转换器 31 采用 ADC 转换芯片实现。第一门限单元 32 可以采用硬件实现，例如史密斯触发器；该第一门限单元 32 也可以为一阈值，集成到 ADC 转换芯片中。另外，第一门限单元 32 可以集成到控制器 4 中，或者和 ADC 转换芯片同时集成到控制器 4 中。

[35] 本发明一实施例中，衰减电路 5 可以采用压控衰减器实现。压控衰减器根据控制器 4 的预设指令查找对应的控制电压，之后叠加到当前的控制电压上，将叠加后的控制电压输出到射频信号发射端，或者将查找的控制电压传输给环形器 6，由环形器 6 对射频信号的输出功率进行补偿。

[36] 本发明另一实施例中，为满足精准调整射频信号发射功率的应用场合的需求，衰减电路 5 可以包括第一衰减器和第二衰减器。该第一衰减器和第二衰减器分别与控制器 5 连接，且第一衰减器和第二衰减器连接。其中，第一衰减器用于响应于控制器 4 的预设指令按照第一步长补偿射频信号的输出功率。第二衰减器用于响应于控制器 4 的预设指令按照第二步长补偿射频信号的输出功率。

[37] 如图 3 所示，第一衰减器可以采用射频衰减器 51 实现，第二衰减器可以采用基带衰减器 52 实现。例如，射频衰减器 51 补偿时，第一步长可以设置为 0.5 dB，基带衰减器 52 补偿时，第二步长可以设置为 0.1 dB。这样，在射频信号的发射功率需要补偿 9.7dB 时，射频衰减器 51 首先补偿

19 个第一步长即 19*0.5=9.5dB，由于 0.2dB 小于第一步长，剩余部分由基带衰减器 52 补偿 2 个第二步长即 2*0.1=0.2dB。也就是说，第一步长（设为 S1）、第二步长（设为 S2）和衰减倍数 Δ 满足：

[38] $$\Delta=(N-1)*S_1+(M-1)*S_2$$。

[39] 式中，S1、S2 分别表示第一步长和第二步长，N、M 表示大于 1 的整数。

[40] 上述第一步长 S1 和第二步长 S2 可以根据实际需求进行调整，本发明实施例不作限定。

[41] 在需要快速调整射频信号发射功率的应用场合，衰减电路 5 可以仅包括第一衰减器。第一衰减器采用射频衰减器 51 实现。以射频信号的发射功率需要补偿 9.7dB 为例，在发射功率需要增加时，第一衰减器 51 补偿 19 个第一步长，即 19*0.5=9.5dB，剩余的 0.2dB 不再补偿，防止输出功率增加过快，影响发射系统的正常使用。在发射功率需要减小时，第一衰减器 51 补偿 20 个第一步长，即 20*0.5=10dB，这样可以使发射端迅速降低输出功率以减小输出功率过高对其他设备造成的影响。当然，若射频信号的发射功率需要补偿 9.5dB 为例，则第一衰减器 51 直接补偿 19 个第一步长即可，避免输出功率增加过快对其他设备造成影响。本发明实施例中仅示例性了说明了仅设置一个射频衰减器 51 的情况，在这种情况下，为进一步提高控制精度，可以根据具体使用场景调整第一步长，减少未补偿部分的占比。

[42] 在射频信号输出功率的调整幅度不大的应用场合，衰减电路 5 可以仅包括第二衰减器。该第二衰减器的调整过程可以参考上述仅包括第一衰减器时的说明，在此不再赘述。

[43] 本发明一实施例中，如图 1、图 2 和图 3 所示，射频控制系统还包括第二检波电路 8、第二脉冲处理电路 9 和第二信号耦合电路 10。第二信号耦合电路 10 与环形器 8 的输出端耦合，该第二检波电路 8 与第二信号耦合电路 10 连接，第二脉冲处理电路 9 串接在第二检波电路 8 和控制器 4

之间。第二检波电路 8 将接收的射频信号转换为直流信号并发送给第二脉冲处理电路 9。然后第二脉冲处理电路 9 将上述直流信号进行模数转换得到数字式的脉冲信号并发送给控制器 4。控制器 4 统计接收的各脉冲信号的功率得到射频信号的反射功率值，并根据实际功率值与反射功率值计算驻波比，以生成表示天线及其后续电路是否存在故障的提示信号。

[44] 其中，反射功率值是指，天线反射回 RX 链路的射频信号（即反射信号）对应功率值的一部分。该反射功率值可以从环形器输出端检测得到。

[45] 为防止天线开路反射信号的反射功率值过大损坏驻波检测部件，第二信号耦合电路 10 仅耦合一定比例的反射信号，例如上述比例可以是 5%。当然上述比例可以根据实际需要进行调整，本发明实施例不作限定。

[46] 可见，本发明上述实施例中第二信号耦合电路 10、第二检波电路 8、第二脉冲处理电路 9 和控制器 4 可以对天线及其后续电路是否存在故障进行检测。为保证输出功率的调整效果，下面对上述各部件的配置和选型作进一步说明。

[47] 本发明一实施例中，第二检波电路 8 可以采用二极管实现，也可以采用方均根（Root Mean Square，RMS）检波芯片实现。本领域技术人员也可以根据第二检波电路 8 的功能即将射频信号检波出直流信号，选择相应的检波电路实现，同样上述方案也落入本发明的保护范围。

[48] 为方便系统设计，第二检波电路 8 和第一检波电路 2 采用相同的电路实现。

[49] 本发明一实施例中，如图 4 所示，第二脉冲处理电路 9 至少包括第二模数转换器 91 和第二门限单元 92。第二模数转换器 91 与第二检波电路 8 连接，第二门限单元 92 与控制器 4 连接。第二模数转换器 91 按照预设采集频率对来自第二检波电路 8 的直流信号进行采样，这样可以将上述直流信号进行模数转换得到多个脉冲信号，并且将多个脉冲信号发送给第二门限单元 92。第二门限单元 92 将各个脉冲信号的幅值与预设幅值进行比较，从上述多个脉冲信号中选择幅值大于或者等于预设幅值的脉冲信号发

送给控制器 4。

[50] 上述多个脉冲信号中各脉冲信号具有不同的幅值，不同幅值的脉冲信号对应不同的能量，相同幅值的脉冲信号具有相同的能量。

[51] 可理解的是，本发明实施例中通过合理设置预设采集频率，可以采样得到各种直流分量的特征，保证直流信号特征的完整性。然后通过从多个脉冲信号中筛选出满足幅值要求的脉冲信号，这样可以保证相同占空比的射频信号经过第二脉冲处理电路 9 后具有相同数量的脉冲信号。本发明实施例中通过设置第二模数转换器 91 和第二门限单元 92 可以提高射频信号对应功率计算的准确性，适用于不同制式下射频信号对应功率的计算。

[52] 需要说明的是，第二模数转换器 91 采用 ADC 转换芯片实现。第二门限单元 92 可以采用硬件实现，例如史密斯触发器；也可以设置为一阈值，集成到 ADC 转换芯片中。另外，第二门限单元 92 可以集成到控制器 4 中，或者和 ADC 转换芯片同时集成到控制器 4 中。

[53] 为方便系统设计，第二脉冲处理电路 9 和第一脉冲处理电路 3 采用相同的电路实现。

[54] 控制器 4 根据计算的驻波比可以判断环形器输入端的射频信号的实际功率和环形器输出端的射频信号的反射功率，以及在环形器没有损耗的情况下，天线辐射出去的功率（上述实际功率和反射功率的差值功率）。根据天线辐射出的功率判断天线是否开路，或者天线及后续电路是否发生故障。

[55] 需要说明的是，上述实际功率值是在输出功率检测过程时存储在控制器内的。该实际功率值可以与目标输出功率值相等，也可以不同。为获取更好的检测效果，当实际功率值与目标输出功率值接近（差值小于预设误差范围内）时，控制器才向第二选择开关发送预设指令，即，发射端的输出功率满足要求时才进行驻波检测。

[56] 若在天线开路的情况下，天线会将射频信号全部反射回 RX 链路中，有可能损坏该 RX 链路中的部件。为此，本发明一实施例中，如图 4 所示，

射频控制系统还包括：第一选择开关 11 和保护电路 12。第一选择开关 11 的输入端与环形器的输出端连接，其第一输出端连接 RX 链路，其第二输出端连接保护电路 12。相应地，第二检波电路 8 接收的射频信号来自耦合在第一选择开关 11 的第二输出端和保护电路 12 之间的第二信号耦合电路 10。其中，第一选择开关 11 可以响应于控制器 4 的预设指令选择 RX 链路或者保护电路 12。即该第一选择开关 11 可以将射频控制系统切换至驻波检测过程，且保护 RX 链路中各部件不被损伤。保护电路 12 可以在驻波检测过程中消耗掉射频信号的能量，保护后续的第二检波电路和第二脉冲处理电路等部件。

[57] 实际应用中，第一选择开关 11 可以为单刀双掷开关，也可以采用元器件构建具有选择功能的开关电路实现，本发明实施例不作限定。

[58] 本发明一实施例中，第一检波电路 2 和第二检波电路 8 复用，和/或，第一脉冲处理电路 3 和第二脉冲处理电路 9 复用。在第一检波电路 2 和第二检波电路 8 复用，并且第一脉冲处理电路 3 和第二脉冲处理电路 9 复用时，如图 5 所示，射频控制系统还包括第二选择开关 13。第二选择开关 13 的第一输入端连接第二信号耦合电路 10，其第二端连接第一信号耦合电路 1，其输出端连接第一检波电路 2。该第二选择开关 13 响应于控制器 4 的预设指令选择接受来自环形器 6 输入端或者其输出端的射频信号。

[59] 可理解的是，在第一脉冲处理电路 3 和第二脉冲处理电路 9 复用时，此时第二选择开关 13 的第一输入端连接第一检波电路 2 的输出端，其第二输入端连接第二检波电路 8 的输出端，其输出端连接第一脉冲电路 3 的输入端。本领域技术人员可以在实现上述功能的情况下合理变形，本发明不作限定。

[60] 实际应用中，第二选择开关 13 可以为单刀双掷开关，也可以采用元器件构建具有选择功能的开关电路实现，本发明实施例不作限定。为方便系统设计，本发明实施例中第一选择开关 11 和第二选择开关 13 可以采用相同的电路实现。

[61] 本发明实施例提供了还提供了一种射频控制系统。如图 6 所示，该射频控制系统包括第一功率计 14 和控制器 4。其中，第一信号耦合装置 1 耦合在环形器 6 的输入端或者 TX 链路，第一功率计 14 与第一信号耦合装置 1 连接，用于获取接收的射频信号的实际功率值并发送给 4 控制器。控制器 4 根据实际功率值与反射功率值计算的驻波比，然后判断天线反射的射频信号与接收的射频信号的比例，确定天线是否将射频信号全部发射出去，从而判断天线及其后续电路是否存在故障。

[62] 本发明一实施例中，如图 6 所示，射频控制系统还包括衰减电路 5。该衰减电路 5 与控制器 4 连接，接收来自该控制器 4 的预设指令，根据该预设指令补偿射频信号的输出功率。

[63] 可见，本发明上述实施例中第一功率计 14、控制器 4 和衰减器 5 可以对射频信号的输出功率进行调整。由于第一功率计 14 可以准确获取射频信号的反射功率值；然后控制器 4 对实际功率值和反射功率值计算驻波比进行判断处理，可以提高判断精度和系统的适应范围。下面对上述各部件的配置和选型作进一步说明。

[64] 本发明一实施例中，衰减电路 5 可以采用压控衰减器实现。压控衰减器根据控制器 4 的预设指令查找对应的控制电压，之后叠加到当前情况下的控制电压上，将叠加后的控制电压输出到射频信号发射端，或者将查找的控制电压传输给环形器 6，由环形器 6 对射频信号的输出功率进行补偿。

[65] 本发明另一实施例中，为满足精准调整射频信号发射功率的应用场合的需求，衰减电路 5 可以包括第一衰减器和第二衰减器。该第一衰减器和第二衰减器分别与控制器 5 连接，且第一衰减器和第二衰减器连接。其中，第一衰减器用于响应于控制器 4 的预设指令按照第一步长补偿射频信号的输出功率。第二衰减器用于响应于控制器 4 的预设指令按照第二步长补偿射频信号的输出功率。

[66] 如图 6 所示，第一衰减器可以采用射频衰减器 51 实现，第二衰减器

可以采用基带衰减器 52 实现。例如，射频衰减器 51 补偿时，第一步长可以设置为 0.5 dB，基带衰减器 52 补偿时，第二步长可以设置为 0.1 dB。在射频信号的发射功率需要补偿 9.7dB 时，射频衰减器 51 首先补偿 19 个第一步长即 19*0.5=9.5dB，由于 0.2dB 小于第一步长，剩余部分由基带衰减器 52 补偿 2 个第二步长即 2*0.1=0.2dB。也就是说，第一步长（设为 S1）、第二步长（设为 S2）和衰减倍数 Δ 满足：

[67] $$\Delta=(N-1)*S_1+(M-1)*S_2。$$

[68] 式中，S1、S2 分别表示第一步长和第二步长，N、M 表示大于 1 的整数。

[69] 上述第一步长 S1 和第二步长 S2 可以根据实际需求进行调整，本发明实施例不作限定。

[70] 在需要快速调整射频信号发射功率的应用场合，衰减电路 5 可以仅包括第一衰减器。第一衰减器采用射频衰减器 51 实现。以射频信号的发射功率需要补偿 9.7dB 为例，在发射功率需要增加时，第一衰减器 51 补偿 19 个第一步长，即 19*0.5=9.5dB，剩余的 0.2dB 不再补偿，防止输出功率增加过快，影响发射系统的正常使用。在发射功率需要减小时，第一衰减器 51 补偿 20 个第一步长，即 20*0.5=10dB，这样可以迅速降低射频信号发射端的输出功率减少功率过高对其他设备造成的影响。当然，若射频信号的发射功率需要补偿 9.5dB 为例，则第一衰减器 51 直接补偿 19 个第一步长即可，防止发射端功率增加过快影响其他设备。本发明实施例中示例性地说明了仅设置一个射频衰减器 51 的情况，在这种情况下，为进一步提高控制精度，可以根据具体使用场景调整第一步长，减少未补偿部分的占比。

[71] 在射频信号发射功率的调整幅度较精确的应用场合，衰减电路 5 可以仅包括第二衰减器。该第二衰减器的调整过程可以参考上述仅包括第一衰减器时的说明，在此不再赘述。

[72] 本发明一实施例中，如图 6 所示，射频控制系统还包括第二功率计

15 和第二信号耦合电路 10。第二信号耦合电路 10 与环形器 8 的输出端耦合，该第二功率计 15 与第二信号耦合电路 10 连接。该第二功率计 15 用于获取接收的射频信号的反射功率值并发送给控制器 4。控制器 4 用于根据实际功率值与反射功率值计算驻波比，以生成表示天线及其后续电路是否存在故障的提示信号。

[73] 控制器 4 根据计算的驻波比可以判断天线反射的射频信号与接收的射频信号的比例，从而判断天线是否将射频信号全部发射出去。若在天线开路的情况下，天线会将射频信号全部反射回 RX 链路中，有可能损坏该 RX 链路中的部件。

[74] 为保护 RX 链路中的部件，本发明一实施例中，如图 6 所示，射频控制系统还包括：第一选择开关 11 和保护电路 12。第一选择开关 11 的输入端与环形器 6 的输出端连接，其第一输出端连接 RX 链路，其第二输出端连接保护电路 12。相应地，第二功率计 15 接收的射频信号来自耦合在第一选择开关 11 的第二输出端和保护电路 12 之间的第二信号耦合电路 10。这样，第一选择开关 11 可以响应于控制器 4 的预设指令选择 RX 链路或者保护电路 12。即该第一选择开关 11 可以保护 RX 链路中各部件不被损伤。保护电路 12 可以在驻波检测过程中消耗掉射频信号的能量，保护后续的第二功率计 15 等部件。该保护电路 12 可以采用电阻器实现，也可以采用包括电阻器的其他电路实现。

[75] 实际应用中，第一选择开关 11 可以为单刀双掷开关，也可以采用元器件构建具有选择功能的开关电路实现，本发明实施例不作限定。

[76] 本发明一实施例中，第一功率计 14 和第二功率计 15 复用。为方便检测输出功率和驻波，如图 7 所示，射频控制系统还包括第二选择开关 13。第二选择开关 13 的第一输入端连接第二信号耦合电路 10，其第二端连接第一信号耦合电路 1，其输出端连接第一功率计 14。该第二选择开关 13 响应于控制器 4 的预设指令选择接受来自环形器 6 输入端或者其输出端的射频信号。

[77] 实际应用中，第二选择开关 13 可以为单刀双掷开关，也可以采用元器件构建具有选择功能的开关电路实现，本发明实施例不作限定。为方便系统设计，本发明实施例中第一选择开关 11 和第二选择开关 13 可以采用相同的电路实现。

[78] 本发明实施例提供了又提供了一种射频控制系统的控制方法。如图 8 所示，该控制方法包括：

[79] S1、获取射频信号的实际功率值；

[80] S2、根据上述实际功率值与目标输出功率值的比较结果生成一个预设指令发送给射频信号发射端，以调整后续的射频信号的发射功率。

[81] 下面就以该控制方法设置有控制器 4 中为例进行说明。

[82] 上述步骤 S1 中，控制器获取射频信号的实际功率值可以直接接收射频信号的实际功率值，例如上述实际功率值可以来自第一功率计 14，也可以直接计算射频信号的实际功率值，例如控制器 4 接收来自第一脉冲处理电路 3 和/或第二脉冲处理电路 9 的脉冲信号，然后统计各脉冲信号的功率得到射频信号的实际功率值。

[83] 上述步骤 S2 中，控制器 4 对比实际功率值和目标输出功率值，然后根据对比结果生成预设指令，在衰减电路 5 包括压控衰减器时，包括：

[84] 当实际功率值大于或者等于所述目标输出功率值时，生成指示减小输出功率的第一预设指令发送给压控衰减器；

[85] 当实际功率值小于所述目标输出功率值时，生成指示增加控制电压的第二预设指令发送给压控衰减器。

[86] 上述步骤 S2 中，控制器 4 对比实际功率值和目标输出功率值，然后根据对比结果生成预设指令，在衰减电路 5 仅包括射频衰减器 51 时，包括：

[87] 当实际功率值大于或者等于所述目标输出功率值时，生成指示减小输出功率的第一预减指令发送给射频衰减器；

[88] 当实际功率值小于所述目标输出功率值时，生成指示增加输出功率的第一预增指令发送给射频衰减器。

[89] 上述步骤 S2 中，控制器 4 对比实际功率值和目标输出功率值，然后根据对比结果生成预设指令，在衰减电路 5 仅包括射频衰减器 51 时，包括：

[90] 计算实际功率值与目标输出功率值之间的衰减关系确定衰减倍数 Δ；

[91] 当满足 $\Delta = (N-1)*S_1$ 时，将 N-1 作为第一预减指令；

[92] S1 表示第一步长；N 为大于 1 的整数。

[93] 上述步骤 S2 中，控制器 4 对比实际功率值和目标输出功率值，然后根据对比结果生成预设指令，在衰减电路 5 包括射频衰减器 51 和基带衰减器 52 时，包括：

[94] 计算实际功率值与目标输出功率值之间的衰减关系确定衰减倍数 Δ；

[95] 当满足 $\Delta = (N-1)*S_1$ 时，将 N-1 作为第一预增指令；

[96] S1 表示第一步长；N 为大于 1 的整数。

[97] 上述步骤 S2 中，控制器 4 对比实际功率值和目标输出功率值，然后根据对比结果生成预设指令，在衰减电路 5 包括射频衰减器 51 和基带衰减器 52 时，包括：

[98] 当实际功率值大于或者等于所述目标输出功率值时，生成指示减小输出功率的第一预减指令发送给射频衰减器和第二预减指令发送给基带衰减器；

[99] 当实际功率值小于所述目标输出功率值时，生成指示增加输出功率的第一预增指令发送给射频衰减器和第二预增指令发送给基带衰减器。

[100] 上述步骤 S2 中，控制器 4 对比实际功率值和目标输出功率值，然后根据对比结果生成预设指令，在衰减电路 5 包括射频衰减器 51 和基带衰减器 52 时，包括：

[101] 计算实际功率值与目标输出功率值之间的衰减关系确定衰减倍数 Δ；

[102] 当满足$(N-1)*S_1 \le \Delta < N*S_1$时，将N-1作为第一预减指令；

[103] 当满足$(M-1)*S_2 \le \Delta-(N-1)*S_1 \le M*S_2$时，将M作为第二预减指令；

[104] S1、S2分别表示第一步长和第二步长；N、M分别为大于1的整数。

[105] 上述步骤S2中，控制器4对比实际功率值和目标输出功率值，然后根据对比结果生成预设指令，在衰减电路5包括射频衰减器51和基带衰减器52时，包括：

[106] 计算实际功率值与目标输出功率值之间的衰减关系确定衰减倍数Δ；

[107] 当满足$(N-1)*S_1 \le \Delta < N*S_1$时，将N-1作为第一预增指令；

[108] 当满足$(M-1)*S_2 \le \Delta-(N-1)*S_1 \le M*S_2$时，将M-1作为第二预增指令；

[109] S1、S2分别表示第一步长和第二步长；N、M分别为大于1的整数。

[110] 最后需要说明的是，关于上述实施例中的射频控制系统的各个部件的具体方式已经在有关该系统的实施例中进行了详细描述，在本发明实施例提供的射频控制系统的结构根据实际使用场景发生变化时，本发明实施例提供的控制方法会发生相应的调整。此处将不做详细阐述说明。

[111] 对于方法实施例而言，由于其基本对应于系统实施例，所以相关之处参见系统实施例的部分说明即可。以上所描述的系统和方法实施例仅仅是示意性的，其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本公开方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性劳动的情况下，即可以理解并实施。

[112] 需要说明的是，在本文中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或

者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[113] 以上对本发明实施例所提供的射频控制系统和控制方法进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

权利要求书

1、一种射频控制系统，其特征在于，所述系统包括第一检波电路、第一脉冲处理电路和控制器；

所述第一检波电路用于将接收的射频信号转换为直流信号并发送给第一脉冲处理电路；

所述第一脉冲处理电路用于将所述直流信号进行模数转换得到数字式的脉冲信号并发送给所述控制器；

所述控制器用于统计接收的各脉冲信号的功率得到所述射频信号的实际功率值，并根据所述实际功率值与目标输出功率值的比较结果生成一个预设指令发送给射频信号发射端，以调整后续的射频信号的发射功率。

2、根据权利要求 1 所述的射频控制系统，其特征在于，所述系统还包括环形器和设置在所述环形器输入端的第一信号耦合电路，所述射频信号通过第一信号耦合电路在所述环形器输入端处耦合得到。

3、根据权利要求 1 所述的射频控制系统，其特征在于，所述第一脉冲处理电路至少包括第一模数转换器和第一门限单元；

所述第一模数转换器与所述第一检波电路连接，用于按照预设采集频率对所述直流信号进行采样以进行模数转换得到脉冲信号，并发送给所述第一门限单元

所述第一门限单元串接在所述第一模数转换器和控制器之间，用于从所述脉冲信号中选择幅值大于或者等于预设幅值的脉冲信号发送给所述控制器。

4、根据权利要求 3 所述的射频控制系统，其特征在于，所述第一门限单元集成在所述控制器中。

5、根据权利要求 3 所述的射频控制系统，其特征在于，所述第一门限单元和所述第一模数转换器同时集成在所述控制器中。

6、根据权利要求 3 所述的射频控制系统，其特征在于，所述第一门限单

元包括史密斯触发器。

7、根据权利要求 3 所述的射频控制系统，其特征在于，各脉冲信号具有不同的幅值，不同幅值的脉冲信号对应不同的能量。

8、根据权利要求 1 所述的射频控制系统，其特征在于，所述第一检波电路为方均根 RMS 检波芯片。

9、根据权利要求 1 所述的射频控制系统，其特征在于，所述第一检波电路为二极管。

10、根据权利要求 2 所述的射频控制系统，其特征在于，所述系统还包括衰减电路，所述衰减电路与所述环形器连接，用于补偿射频信号的输出功率。

11、根据权利要求 10 所述的射频控制系统，其特征在于，所述衰减电路包括第一衰减器，所述第一衰减器与所述控制器连接；

所述第一衰减器用于响应于所述控制器的预设指令按照第一步长补偿环形器输出功率。

12、根据权利要求 11 所述的射频控制系统，其特征在于，所述衰减电路还包括第二衰减器；所述第二衰减器分别与所述第一衰减器和所述控制器连接；

所述第二衰减器用于响应于所述控制器的预设指令按照第二步长补偿射频信号的输出功率。

13、根据权利要求 12 所述的射频控制系统，其特征在于，所述控制器先控制所述第一衰减器补偿输出功率，再控制所述第二衰减器补偿输出功率。

14、根据权利要求 12 所述的射频控制系统，其特征在于，所述第一衰减器为射频衰减器，所述第二衰减器为基带衰减器。

15、根据权利要求 10 所述的射频控制系统，其特征在于，所述衰减电路包括压控衰减器。

16、根据权利要求 1 所述的射频控制系统，其特征在于，所述系统还包括第二检波电路和第二脉冲处理电路；

所述第二检波电路用于将接收的射频信号转换为直流信号并发送给所述第二脉冲处理电路；

所述第二脉冲处理电路用于将所述直流信号进行模数转换得到数字式的脉冲信号并发送给所述控制器；

所述控制器用于统计接收的各脉冲信号的功率得到所述射频信号的反射功率值，并根据所述实际功率值与所述反射功率值计算驻波比，以生成表示天线及其后续电路是否存在故障的提示信号。

17、根据权利要求 16 所述的射频控制系统，其特征在于，所述系统还包括设置在所述环形器输出端的第二信号耦合电路，所述射频信号通过所述第二信号耦合电路在所述环形器输出端处耦合得到。

18、根据权利要求 16 所述的射频控制系统，其特征在于，所述第二脉冲处理电路至少包括第二模数转换器和第二门限单元；

所述第二模数转换器用于按照预设采集频率对所述直流信号进行采样以进行模数转换得到脉冲信号，并发送给所述第二门限单元；

所述第二门限单元用于从多个所述脉冲信号中选择幅值大于或者等于预设幅值的脉冲信号发送给所述控制器。

19、根据权利要求 16 所述的射频控制系统，其特征在于，所述系统还包括第一选择开关和保护电路，所述第一选择开关的输入端与环形器的输出端连接，其第一输出端连接 RX 链路，其第二输出端连接所述保护电路；

所述第一选择开关用于响应于所述控制器的预设指令选择所述 RX 链路或者所述保护电路；

相应地，所述第二检波电路接收的射频信号来自耦合在所述第二输出端和所述保护电路之间的第二信号耦合电路。

20、根据权利要求 16 所述的射频控制系统，其特征在于，所述第一选择开关为单刀双掷开关。

21、根据权利要求 16 所述的射频控制系统，其特征在于，所述第二检波电路为方均根 RMS 检波芯片。

22、根据权利要求 16 所述的射频控制系统，其特征在于，所述第二检波电路为二极管。

23、根据权利要求 1 所述的射频控制系统，其特征在于，所述第一检波电路和第二检波电路复用。

24、根据权利要求 1 所述的射频控制系统，其特征在于，所述第一脉冲处理电路和第二脉冲处理电路复用。

25、根据权利要求 23 或 24 所述的射频控制系统，其特征在于，所述系统还包括第二选择开关，所述第二选择开关的第一输入端连接第二信号耦合电路，其第二端连接第一信号耦合电路，其输出端连接所述第一检波电路；

所述第二选择开关用于响应于所述控制器的预设指令选择接受来自所述环形器输入端或者其输出端的射频信号。

26、一种射频控制系统，其特征在于，所述系统包括控制器和第一功率计；

所述第一功率计用于获取接收的射频信号的实际功率值并发送给所述控制器；

所述控制器用于根据所述实际功率值与目标输出功率值的比较结果生成一个预设指令发送给射频信号发射端，以调整后续的射频信号的发射功率。

27、根据权利要求 26 所述的射频控制系统，其特征在于，所述系统还包括衰减电路，所述衰减电路与环形器连接，用于补偿射频信号的输出功率。

28、根据权利要求 27 所述的射频控制系统，其特征在于，所述衰减电路包括第一衰减器；所述第一衰减器与所述控制器连接；

所述第一衰减器用于响应于所述控制器的预设指令按照第一步长补偿射频信号的输出功率。

29、根据权利要求 28 所述的射频控制系统，其特征在于，所述衰减电路还包括第二衰减器；所述第一衰减器分别与所述第二衰减器和所述控制器连接；

所述第二衰减器用于响应于所述控制器的预设指令按照第二步长补偿射

频信号的输出功率。

30、根据权利要求 29 所述的射频控制系统，其特征在于，所述控制器先控制所述第一衰减器补偿输出功率，再控制所述第二衰减器补偿输出功率。

31、根据权利要求 29 所述的射频控制系统，其特征在于，所述第一衰减器为射频衰减器，所述第二衰减器为基带衰减器。

32、根据权利要求 27 所述的射频控制系统，其特征在于，所述衰减电路包括压控衰减器。

33、根据权利要求 27 所述的射频控制系统，其特征在于，所述系统还包括与所述控制器连接的第二功率计；

所述第二功率计用于获取接收的射频信号的反射功率值并发送给所述控制器；

所述控制器用于根据所述实际功率值与反射功率值计算驻波比，以生成表示天线及其后续电路是否存在故障的提示信号。

34、根据权利要求 33 所述的射频控制系统，其特征在于，所述系统还包括第一选择开关和保护电路，所述第一选择开关的输入端与环形器的输出端连接，其第一输出端连接 RX 链路，其第二输出端连接所述保护电路；

所述第一选择开关用于响应于所述控制器的预设指令选择所述 RX 链路或者所述保护电路；

相应地，所述第二功率计接收的射频信号来自耦合在所述第二输出端和所述保护电路之间的第二信号耦合电路。

35、根据权利要求 34 所述的射频控制系统，其特征在于，所述第一选择开关为单刀双掷开关。

36、根据权利要求 26 所述的射频控制系统，其特征在于，所述第一功率计和第二功率计复用。

37、根据权利要求 36 所述的射频控制系统，其特征在于，所述系统还包括第二选择开关，所述第二选择开关的第一输入端连接第二信号耦合电路，其第二端连接第一信号耦合电路，其输出端连接所述第一功率计；

所述第二选择开关用于响应于所述控制器的预设指令选择接受来自所述环形器输入端或者其输出端的射频信号。

38、一种射频控制系统的控制方法，其特征在于，所述方法包括：

获取射频信号的实际功率值；

根据所述实际功率值与目标输出功率值的比较结果生成一个预设指令发送给射频信号发射端，以调整后续的射频信号的发射功率。

39、根据权利要求 38 所述的控制方法，其特征在于，获取实际功率值的步骤包括：

统计接收的各脉冲信号的功率得到所述射频信号的实际功率值。

40、根据权利要求 38 所述的控制方法，其特征在于，根据所述实际功率值与目标输出功率值的比较结果生成一个预设指令发送给射频信号发射端，以调整后续的射频信号的发射功率的步骤包括：

当实际功率值大于或者等于所述目标输出功率值时，生成指示减小输出功率的第一预设指令发送给压控衰减器；

当实际功率值小于所述目标输出功率值时，生成指示增加控制电压的第二预设指令发送给压控衰减器。

41、根据权利要求 38 所述的控制方法，其特征在于，根据所述实际功率值与目标输出功率值的比较结果生成一个预设指令发送给射频信号发射端，以调整后续的射频信号的发射功率的步骤包括：

当实际功率值大于或者等于所述目标输出功率值时，生成指示减小输出功率的第一预减指令发送给射频衰减器；

当实际功率值小于所述目标输出功率值时，生成指示增加输出功率的第一预增指令发送给射频衰减器。

42、根据权利要求 41 所述的控制方法，其特征在于，当实际功率值大于或者等于所述目标输出功率值时，生成指示减小输出功率的第一预减指令发送给射频衰减器和第二预减指令发送给基带衰减器的步骤包括：

计算实际功率值与目标输出功率值之间的衰减关系确定衰减倍数Δ；

当满足$\Delta = (N-1)*S_1$时，将N-1作为第一预减指令；

S1表示第一步长；N为大于1的整数。

43、根据权利要求41所述的控制方法，其特征在于，当实际功率值小于所述目标输出功率值时，生成指示增加输出功率的第一预增指令发送给射频衰减器和第二预增指令发送给基带衰减器的步骤包括：

计算实际功率值与目标输出功率值之间的衰减关系确定衰减倍数Δ；

当满足$\Delta = (N-1)*S_1$时，将N-1作为第一预增指令；

S1表示第一步长；N为大于1的整数。

44、根据权利要求38所述的控制方法，其特征在于，根据所述实际功率值与目标输出功率值的比较结果生成一个预设指令发送给射频信号发射端，以调整后续的射频信号的发射功率的步骤包括：

当实际功率值大于或者等于所述目标输出功率值时，生成指示减小输出功率的第一预减指令发送给射频衰减器和第二预减指令发送给基带衰减器；

当实际功率值小于所述目标输出功率值时，生成指示增加输出功率的第一预增指令发送给射频衰减器和第二预增指令发送给基带衰减器。

45、根据权利要求44所述的控制方法，其特征在于，当实际功率值大于或者等于所述目标输出功率值时，生成指示减小输出功率的第一预减指令发送给射频衰减器和第二预减指令发送给基带衰减器的步骤包括：

计算实际功率值与目标输出功率值之间的衰减关系确定衰减倍数Δ；

当满足$(N-1)*S_1 \le \Delta < N*S_1$时，将N-1作为第一预减指令；

当满足$(M-1)*S_2 \le \Delta-(N-1)*S_1 \le M*S_2$时，将M作为第二预减指令；

S1 、S2分别表示第一步长和第二步长；N、M分别为大于1的整数。

46、根据权利要求44所述的控制方法，其特征在于，当实际功率值小于所述目标输出功率值时，生成指示增加输出功率的第一预增指令发送给射频衰减器和第二预增指令发送给基带衰减器的步骤包括：

计算实际功率值与目标输出功率值之间的衰减关系确定衰减倍数Δ；

当满足$(N-1)*S_1 \le \Delta < N*S_1$时，将N-1作为第一预增指令；

当满足$(M-1)*S_2 \le \Delta-(N-1)*S_1 \le M*S_2$时，将M-1作为第二预增指令；

S1、S2分别表示第一步长和第二步长；N、M分别为大于1的整数。

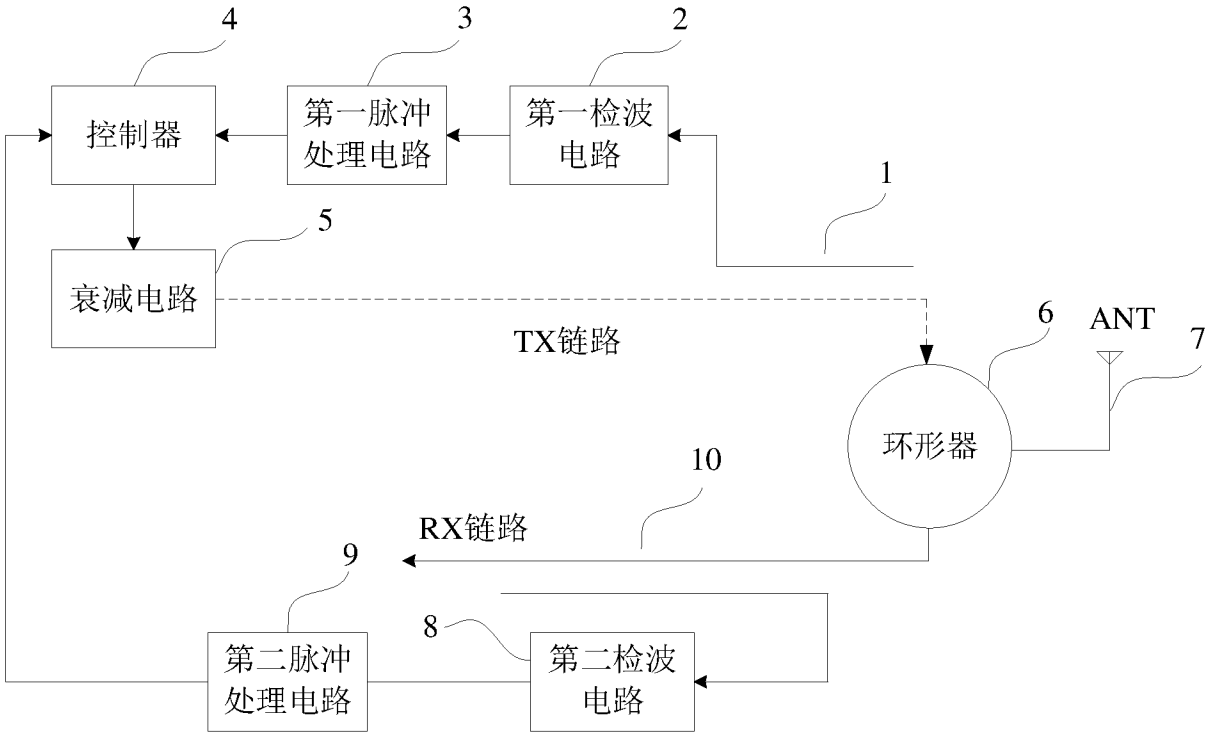
4
3
2
控制器
第一脉冲处理电路
第一检波电路
1
5
衰减电路
TX链路
6
ANT
7
环形器
10
RX链路
9
8
第二脉冲处理电路
第二检波电路

图 1

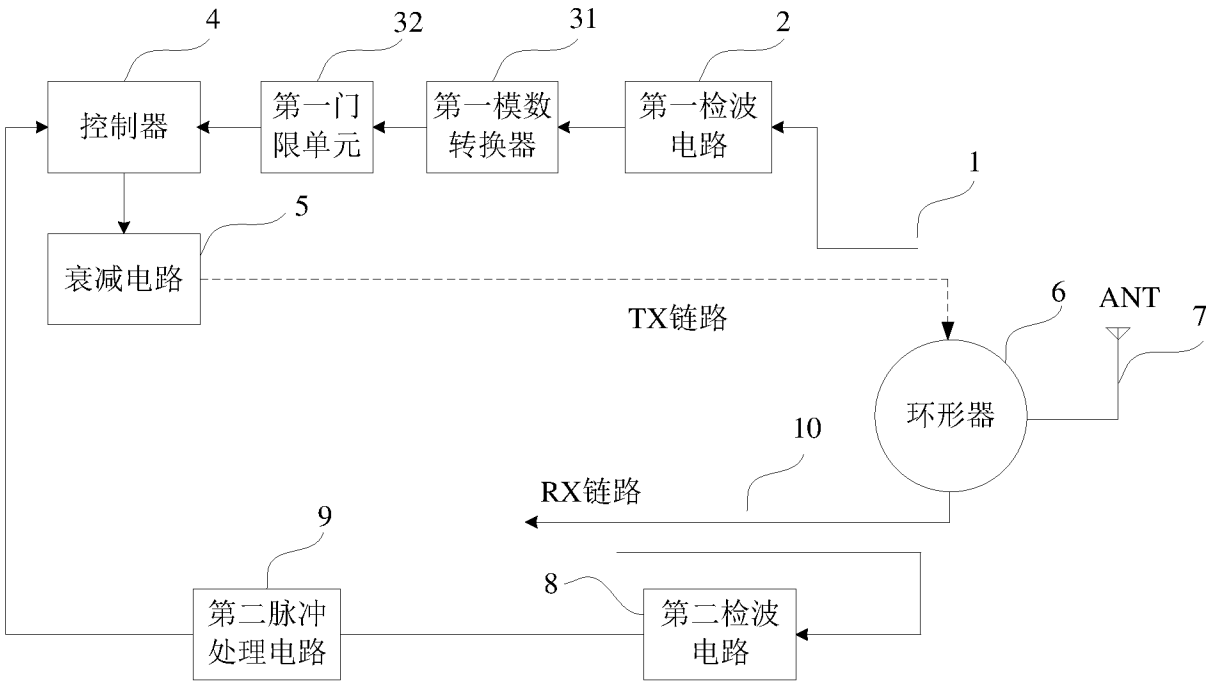
4
32
31
2
控制器
第一门限单元
第一模数转换器
第一检波电路
1
5
衰减电路
TX链路
6
ANT
7
环形器
10
RX链路
9
8
第二脉冲处理电路
第二检波电路

图 2

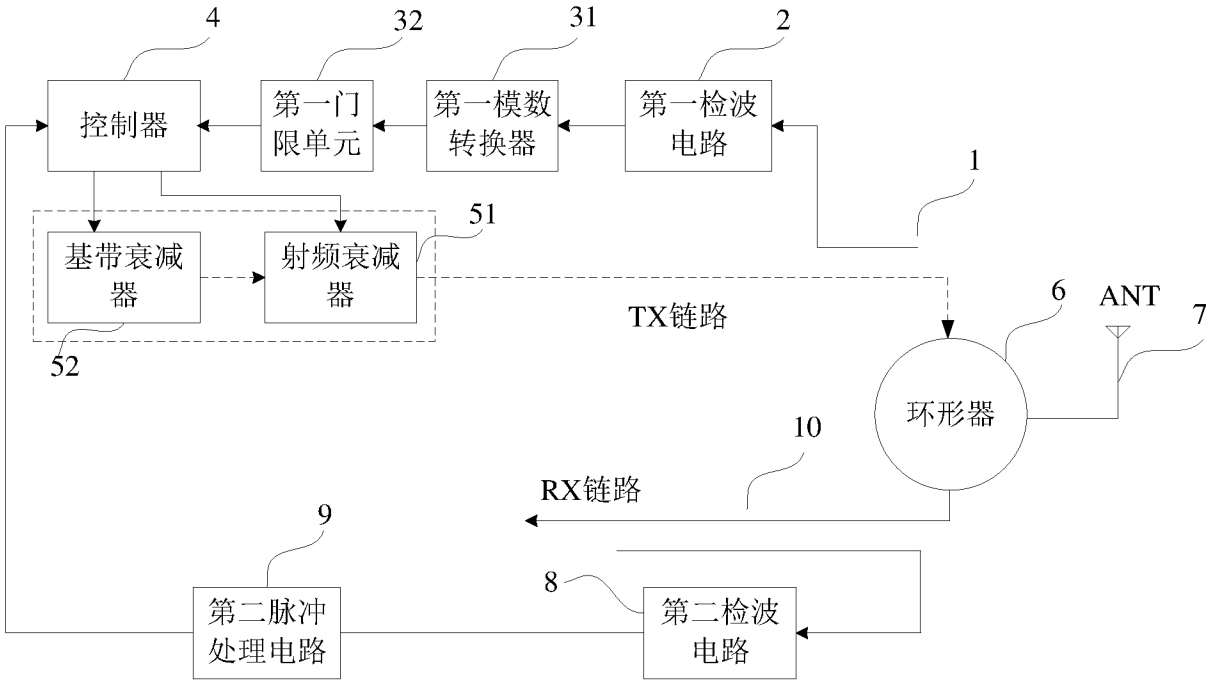
4
32
31
2
控制器
第一门限单元
第一模数转换器
第一检波电路
1
51
基带衰减器
射频衰减器
TX链路
6
ANT
7
52
环形器
10
RX链路
9
8
第二脉冲处理电路
第二检波电路

图 3

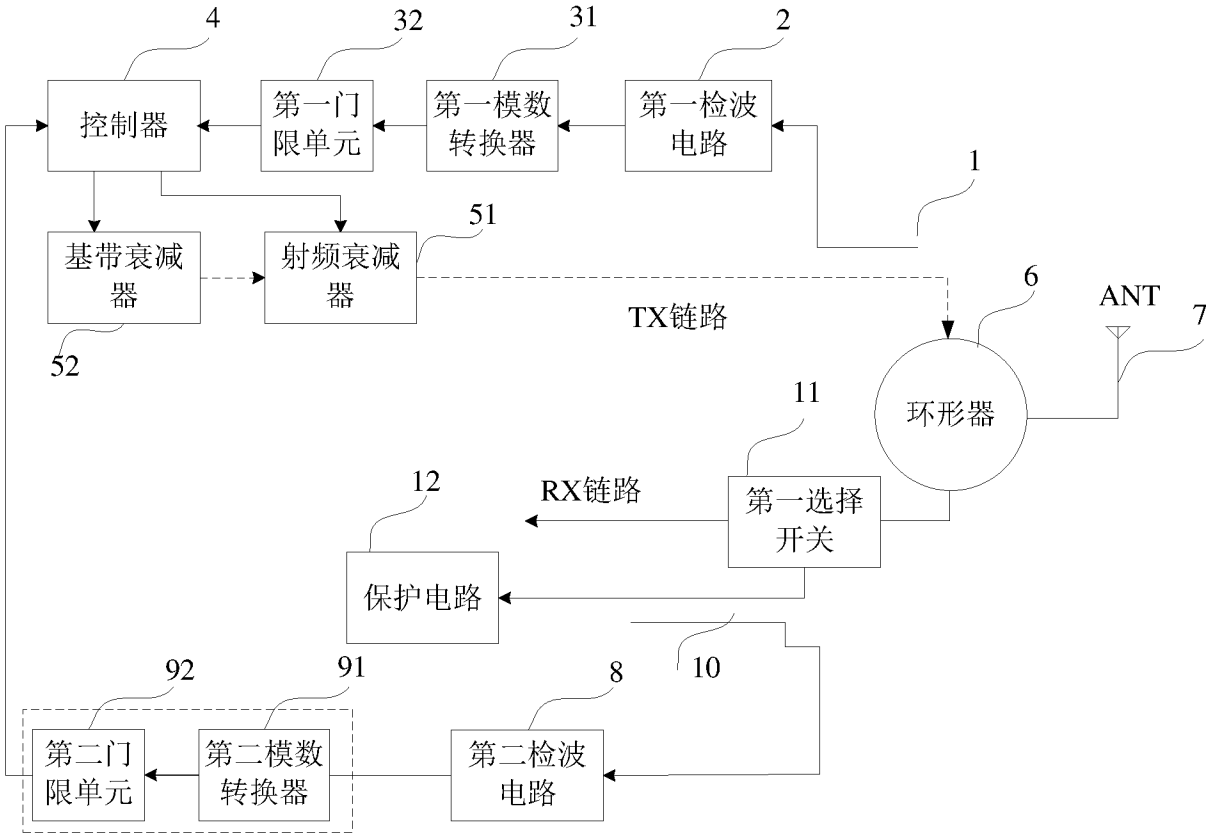
4
32
31
2
控制器
第一门限单元
第一模数转换器
第一检波电路
1
51
基带衰减器
射频衰减器
TX链路
6
ANT
7
52
环形器
11
12
RX链路
第一选择开关
保护电路
10
92
91
8
第二门限单元
第二模数转换器
第二检波电路

图 4

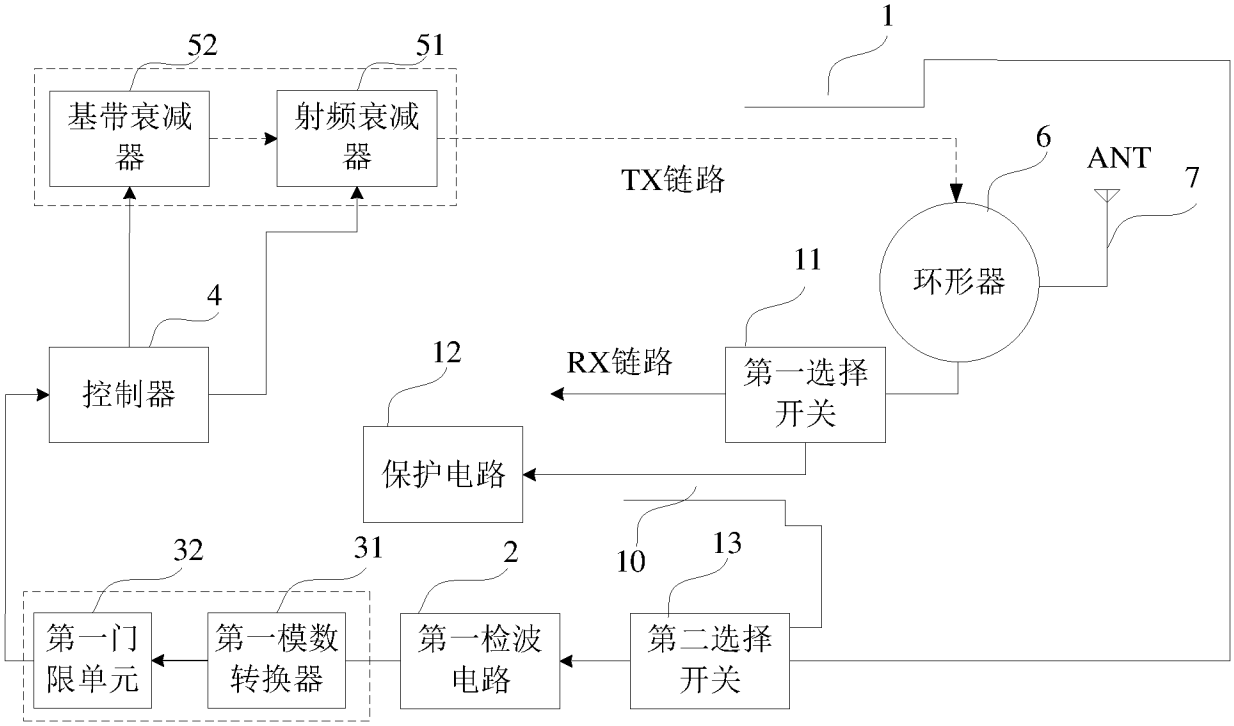
1
52
51
基带衰减器
射频衰减器
TX链路
6
ANT
7
环形器
11
4
控制器
12
RX链路
第一选择开关
保护电路
10
13
32
31
2
第一门限单元
第一模数转换器
第一检波电路
第二选择开关

图 5

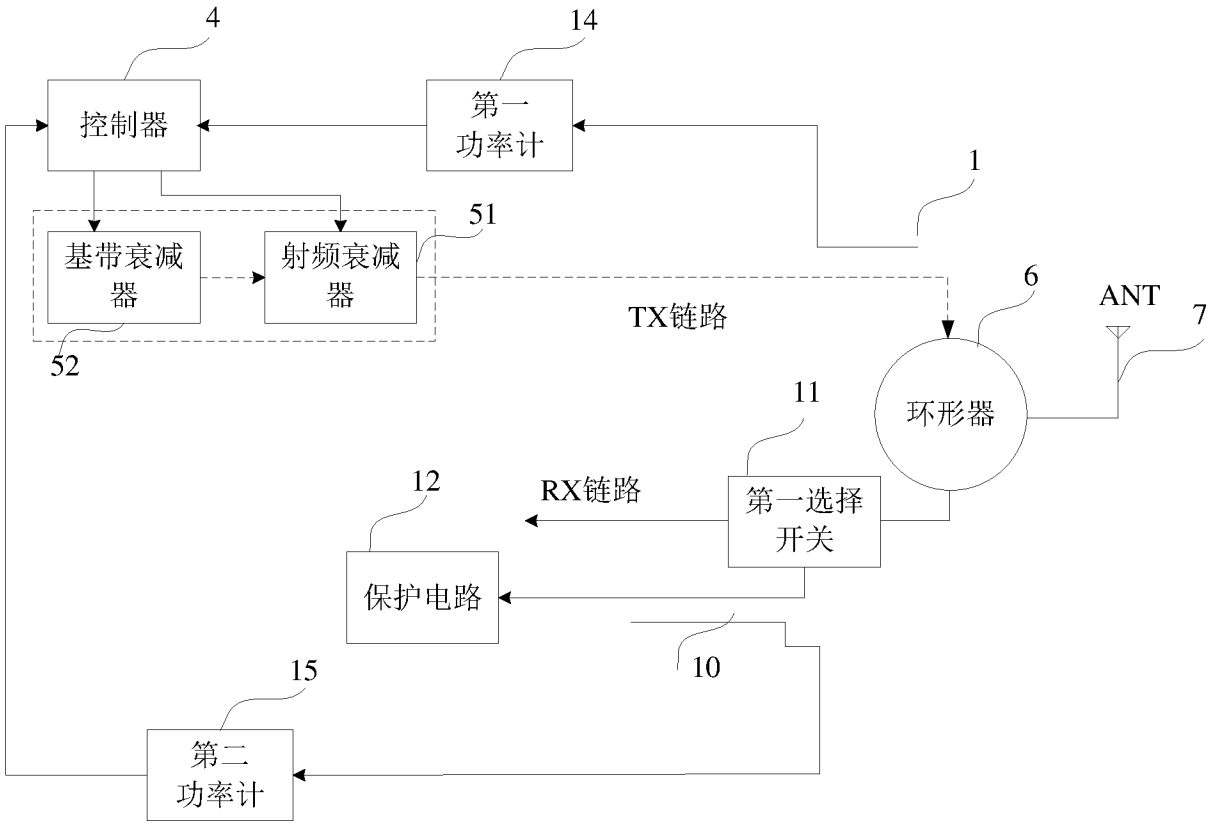
4
14
控制器
第一功率计
1
51
基带衰减器
射频衰减器
TX链路
6
ANT
7
52
环形器
11
12
RX链路
第一选择开关
保护电路
10
15
第二功率计

图 6

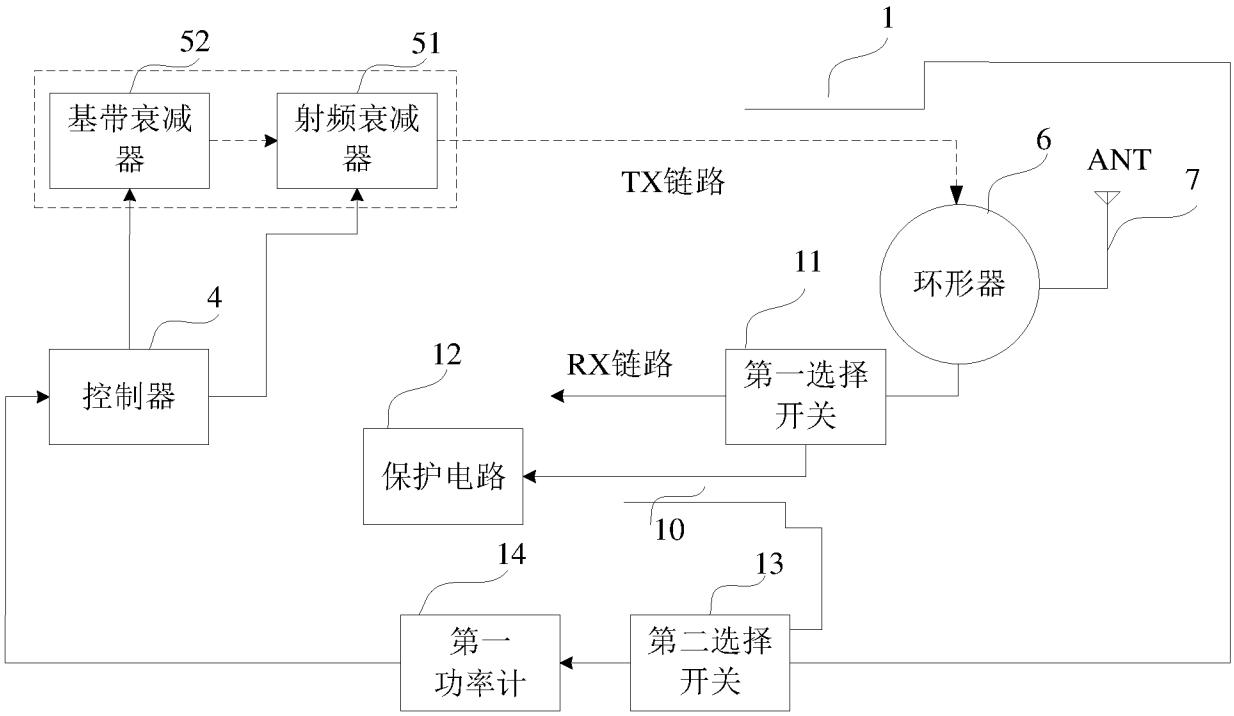
1
52
51
基带衰减器
射频衰减器
TX链路
6
ANT
7
环形器
11
4
控制器
12
RX链路
第一选择开关
保护电路
10
14
13
第一功率计
第二选择开关

图 7

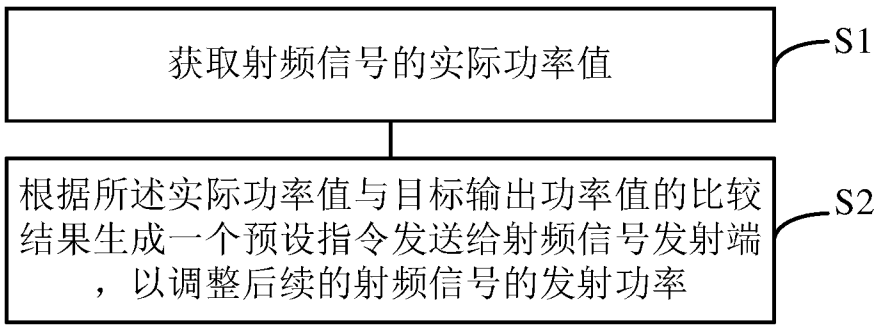
获取射频信号的实际功率值
S1
根据所述实际功率值与目标输出功率值的比较结果生成一个预设指令发送给射频信号发射端，以调整后续的射频信号的发射功率
S2

图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/081535

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 52/22 (2009.01) 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)

H04W, H04B, G05D, G08G, G06K

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)

CNABS, CNTXT, VEN, CNKI: 射频, 检波, 解调, 脉冲, 直流, 功率, 比较, 调整, 衰减, 反射功率, 驻波比, 故障, RF, radio frequency, demodulation, pulse, direct current, power, compare, adjust, regulate, attenuation, reflection power, standing wave ratio, fault

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 106304304 A (JIANGSU BELLON TECHNOLOGY CO., LTD.), 04 January 2017 (04.01.2017), description, paragraphs [0024]-[0049], and figures 1-3	1-15, 26-32, 38-46
Y	CN 106304304 A (JIANGSU BELLON TECHNOLOGY CO., LTD.), 04 January 2017 (04.01.2017), description, paragraphs [0024]-[0049], and figures 1-3	16-25, 33-37
Y	CN 101426219 A (NTS TECHNOLOGY (CHENGDU) CO., LTD.), 06 May 2009 (06.05.2009), description, pages 1-5, and figures 1-3	16-25, 33-37
X	CN 206115449 U (JIANGSU BELLON TECHNOLOGY CO., LTD.), 19 April 2017 (19.04.2017), description, paragraphs [0005]-[0037], and figure 1	1-15, 26-32, 38-46
A	CN 103596637 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 19 February 2014 (19.02.2014), entire document	1-46
A	JP 2001016017 A (NEC SAITAMA LTD.), 19 January 2001 (19.01.2001), entire document	1-46

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
05 January 2018	22 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 WU, Juan Telephone No. (86-10) 62084090

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/081535

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106304304 A	04 January 2017	None	
CN 101426219 A	06 May 2009	CN 101426219 B	30 June 2010
CN 206115449 U	19 April 2017	None	
CN 103596637 A	19 February 2014	WO 2014026319 A1	20 February 2014
		CN 103596637 B	15 June 2016
JP 2001016017 A	19 January 2001	JP 3439382 B2	25 August 2003

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2017/081535

A. 主题的分类

H04W 52/22(2009.01)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)

H04W, H04B, G05D, G08G, G06K

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））

CNABS, CNTXT, VEN, CNKI: 射频，检波，解调，脉冲，直流，功率，比较，调整，衰减，反射功率，驻波比，故障， RF, radio frequency, demodulation, pulse, direct current, power, compare, adjust, regulate, attenuation, reflection power, standing wave ratio, fault

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
X	CN 106304304 A (江苏本能科技有限公司) 2017年 1月 4日 (2017-01-04) 说明书[0024]-[0049]段、图1-3	1-15，26-32，38-46
Y	CN 106304304 A (江苏本能科技有限公司) 2017年 1月 4日 (2017-01-04) 说明书[0024]-[0049]段、图1-3	16-25，33-37
Y	CN 101426219 A (芯通科技成都有限公司) 2009年 5月 6日 (2009-05-06) 说明书第1-5页、图1-3	16-25，33-37
X	CN 206115449 U (江苏本能科技有限公司) 2017年 4月 19日 (2017-04-19) 说明书[0005]-[0037]段、图1	1-15，26-32，38-46
A	CN 103596637 A (华为技术有限公司) 2014年 2月 19日 (2014-02-19) 全文	1-46
A	JP 2001016017 A (NEC SAITAMA LTD) 2001年 1月 19日 (2001-01-19) 全文	1-46

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2018年 1月 5日	2018年 1月 22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 传真号 (86-10)62019451	受权官员 吴娟 电话号码 (86-10)62084090

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/081535

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	106304304	A	2017年 1月 4日		无		
CN	101426219	A	2009年 5月 6日	CN	101426219	B	2010年 6月 30日
CN	206115449	U	2017年 4月 19日		无		
CN	103596637	A	2014年 2月 19日	WO	2014026319	A1	2014年 2月 20日
				CN	103596637	B	2016年 6月 15日
JP	2001016017	A	2001年 1月 19日	JP	3439382	B2	2003年 8月 25日