



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110311691 B

(45) 授权公告日 2024.02.06

(21) 申请号 201910548826.4

(22) 申请日 2019.06.24

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110311691 A

(43) 申请公布日 2019.10.08

(73) 专利权人 浙江嘉科电子有限公司  
地址 314000 浙江省嘉兴市秀洲区高照街  
道桃园路587号1号厂房

(72) 发明人 王依卿

(74) 专利代理机构 浙江永鼎律师事务所 33233  
专利代理师 陆永强

(51) Int. Cl.  
H04B 1/00 (2006.01)  
H04B 1/40 (2015.01)  
H04B 1/401 (2015.01)  
H01Q 1/38 (2006.01)  
H01Q 1/24 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 108199802 A, 2018.06.22
  - CN 111903231 B, 2012.11.28
  - CN 209964036 U, 2020.01.17
  - CN 106656243 A, 2017.05.10
  - CN 206164528 U, 2017.05.10
  - CN 101296019 A, 2008.10.29
  - CN 109597433 A, 2019.04.09
  - CN 109901124 A, 2019.06.18
  - WO 2017071331 A1, 2017.05.04
  - US 2017094527 A1, 2017.03.30
  - DE 102015220372 B3, 2016.10.06
  - US 2017192089 A1, 2017.07.06
  - US 2014321340 A1, 2014.10.30
- 周越. 无人机测控阵列天线组阵技术研究. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》. 2016, 全文. (续)

审查员 邓艳妮

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

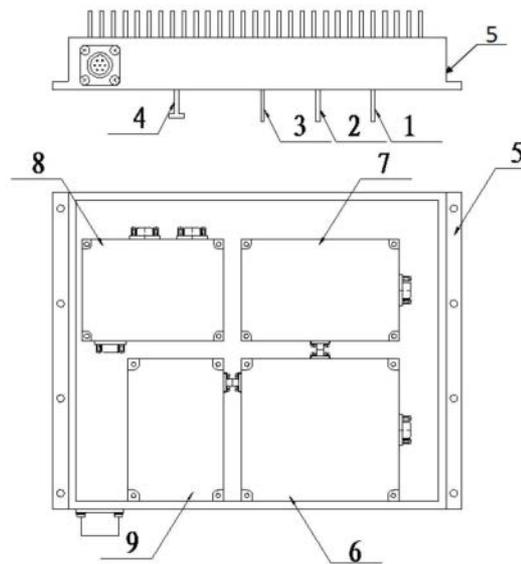
(54) 发明名称

一种基于无人机无人值守平台的多频段射频侦测转发设备

(57) 摘要

本发明提供了一种基于无人机无人值守平台的多频段射频侦测转发设备, 其特征在于, 包括对0.1GHz~6GHz全频段射频信号进行侦测的小型化全向接收天线装置; 对0.1GHz~6GHz全频段射频信号进行射频调理的射频调理模组; 对0.1GHz~6GHz全频段射频信号进行频谱搬移的上变频模组; 对射频信号进行功率放大并实现任意状态恒功率输出的恒功率放大模组; 对功率信号进行发射的小型化定向发射天线装置; 对设备进行实时遥控响应的控制电路。本发明解决了常规无人机射频载荷设备侦测频段单一、作用距离短、抗电磁干扰能力差的缺点, 满足了无人机平台对无线射频载荷设备的高可靠、小体积、轻量化、大带宽、高性能的要求。

CN 110311691 B



[接上页]

**(56) 对比文件**

杨军 等.舰载无人机测控系统及其关键技术研究.《2013中国无人机系统峰会》.2017,全文.

Amin Amiri.Feasibility study of

multi-frequency Ground Penetrating Radar for rotary UAV platforms.《IET International Conference on Radar Systems (Radar 2012)》.2013,全文.

1. 一种基于无人机无人值守平台的多频段射频侦测转发设备,包括,设备壳体(5),其特征在于,所述设备壳体(5)内设有:对0.1GHz~6GHz全频段射频信号进行射频调理的射频调理模组(6)、对0.1GHz~6GHz全频段射频信号进行频谱搬移的上变频模组(7)、对射频信号进行功率放大并实现任意状态恒功率输出的恒功率放大模组(9)、对功率信号进行发射的小型化定向发射天线装置(4)和对设备进行实时遥控响应的控制电路(8);

所述设备壳体(5)下表面设有对0.1GHz~6GHz全频段射频信号进行侦测的小型化全向接收天线装置和对功率信号进行发射的小型化定向发射天线装置(4);

所述小型化全向接收天线装置、射频调理模组(6)、上变频模组(7)、恒功率放大模组(9)和小型化定向发射天线装置(4)依次通过射频SMP盲插串联且均与控制电路(8)电连接;

所述小型化全向接收天线装置设有三根全向接收天线且分别为对V频段信号进行侦测的A全向接收天线(1)、对U频段信号进行侦测的B全向接收天线(2)和对S、C频段信号进行侦测的C全向接收天线(3);

所述小型化全向接收天线装置将接收到的0.1GHz~6GHz射频信号传输至射频调理模组(6),所述射频调理模组(6)对0.1GHz~6GHz射频信号进行高达50dB动态范围的幅度调理后传输至上变频模组(7),所述上变频模组(7)将0.1GHz~6GHz射频信号变为Ku频段并传输至恒功率放大模组(9),所述恒功率放大模组(9)对Ku频段射频信号进行功率放大后传输至小型化定向发射天线装置(4),所述小型化定向发射天线装置(4)将放大后的Ku频段射频信号进行高增益发射;所述小型化全向接收天线装置和小型化定向发射天线装置(4)均采用牢固、轻巧且耐腐蚀的材料制作而成且与设备壳体(5)一体化设计,所述设备壳体(5)安装于无人机机腹底部。

2. 根据权利要求1所述的基于无人机无人值守平台的多频段射频侦测转发设备,其特征在于,所述A全向接收天线(1)对0.1GHz~0.8GHz信号进行高增益接收;所述B全向接收天线(2)对0.8GHz~2GHz信号进行高增益接收;所述C全向接收天线(3)对2GHz~6GHz信号进行高增益接收。

3. 根据权利要求1所述的基于无人机无人值守平台的多频段射频侦测转发设备,其特征在于,所述A全向接收天线(1)、B全向接收天线(2)和C全向接收天线(3)均采用超宽带印刷单极子微带平面天线形式实现天线电路功能,通过圆弧缝隙技术实现宽带匹配。

4. 根据权利要求1所述的基于无人机无人值守平台的多频段射频侦测转发设备,其特征在于,所述射频调理模组(6)设有三个工作于不同频段的通道且分别对0.1GHz~0.8GHz信号、0.8GHz~2GHz信号和2GHz~6GHz信号进行处理,三个频段的通道均包括限幅保护电路、低噪放电路、预选滤波电路和增益控制电路,三个频段的输出端均与三选一开关连接;

所述限幅保护电路将接收到的射频信号进行保护,再通过低噪放电路进行低噪声放大,再经预选滤波电路滤除外来干扰信号,然后通过增益控制电路对射频信号进一步的增益放大,最后经三选一开关选择输出。

5. 根据权利要求1所述的基于无人机无人值守平台的多频段射频侦测转发设备,其特征在于,所述上变频模组(7)包括混频器、频率源电路和高矩形度射频滤波器,所述频率源电路为混频器提供所需的可调本振,所述混频器利用频率源电路提供的可调本振将接收到的0.1~6GHz频段射频信号变为较为纯净的Ku频段射频信号,然后Ku频段射频信号经过高矩形度射频滤波器滤除混频产生的杂散信号后传送至恒功率放大模组(9)。

6. 根据权利要求1所述的基于无人机无人值守平台的多频段射频侦测转发设备,其特征在于,所述恒功率放大模组(9)包括射频AGC电路、GaN功率放大器电路和检波电路;所述GaN功率放大器电路将接收到的Ku频段射频信号进行功率放大后传送至检波电路,所述检波电路对功率放大后的Ku频段射频信号进行实时功率检测,并将检测结果反馈至控制电路(8),控制电路(8)根据检测结果对射频AGC电路进行增益调节,以保证任意功率范围内的变频信号输入时输出功率均为恒定的功率。

7. 根据权利要求1所述的基于无人机无人值守平台的多频段射频侦测转发设备,其特征在于,所述小型化定向发射天线装置(4)对接收到的Ku频段射频信号进行高增益发射,负责将功率放大后的射频信号辐射至空中,其工作空域半径可覆盖5~10Km;所述小型化定向发射天线装置(4)采用矩形贴片微带平面天线形式实现天线电路功能。

8. 根据权利要求1所述的基于无人机无人值守平台的多频段射频侦测转发设备,其特征在于,所述控制电路(8)是基于ARM核心构架的可编程逻辑电路。

## 一种基于无人机无人值守平台的多频段射频侦测转发设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无人机巡航技术和射频微波技术领域,尤其涉及一种基于无人机无人值守平台的多频段射频侦测转发设备。

### 背景技术

[0002] 无人机作为一种新型空中监控工具载体,在影像录制、救援抢险、公共安全等民用领域得到了广泛应用,创造了巨大的经济价值。作为一种方便快捷、无视地形地貌和环境限制的载体,近年来无人机平台开始在军/民用数据传输、图像测绘、频谱侦测、监测乃至最前沿的军事电子战等射频微波领域得到应用,并具有广阔的应用前景。作为实现上述功能的最核心部件,射频侦测转发设备从传统的大平台往小型化、轻量化平台方向快速发展。

[0003] 然而,受限于无人机平台有限的载荷能力和空间,应用于无人机平台的常规射频载荷设备具有一定的功能弊端,主要体现在:

[0004] 1、无人机平台载荷空间有限、载荷能力小,常规无人机射频载荷设备无法满足充分的小型化要求,通常以牺牲性能为代价换取载荷空间的妥协,因此设备功能一般比较简单;

[0005] 2、无人机平台一般采用充电电池或小功率发电机获取电源,其所能提供电源功率有限,因此对载荷设备功耗有严格限制。常规无人机射频载荷设备发射功放效率低,设备发射功率小,工作半径短;

[0006] 3、常规无人机射频载荷设备只能满足单频段或特定频点的射频通信功能,无法满足多频段协同工作的要求;

[0007] 4、常规无人机射频载荷设备易受电磁环境干扰影响,在复杂电磁环境下容易出现工作状态不稳定、数据失真甚至设备不工作等电磁兼容故障。

### 发明内容

[0008] 本发明针对现有技术的不足,提供了一种基于无人机无人值守平台的多频段射频侦测转发设备,满足了无人机平台用无线电侦测设备的高可靠、小体积、轻重量、宽频段、高性能的要求,解决了无人机射频载荷设备侦测频段单一、作用距离短、电磁抗干扰能力差的问题。

[0009] 为实现上述目的,本发明提供以下的技术方案:一种基于无人机无人值守平台的多频段射频侦测转发设备,包括,设备壳体,其特征在于,所述设备壳体内设有:对0.1GHz~6GHz全频段射频信号进行射频调理的射频调理模组、对0.1GHz~6GHz全频段射频信号进行频谱搬移的上变频模组、对射频信号进行功率放大并实现任意状态恒功率输出的恒功率放大模组、对功率信号进行发射的小型化定向发射天线装置和对设备进行实时遥控响应的控制电路;所述设备壳体下表面设有对0.1GHz~6GHz全频段射频信号进行侦测的小型化全向接收天线装置和对功率信号进行发射的小型化定向发射天线装置;所述小型化全向接收天线装置、射频调理模组、上变频模组、恒功率放大模组和小型化定向发射天线装置依次通过

射频SMP盲插串联且均与控制电路电连接;所述小型化全向接收天线装置设有三根全向接收天线且分别为对V频段信号进行侦测的A全向接收天线、对U频段信号进行侦测的B全向接收天线和对S、C频段信号进行侦测的C全向接收天线;所述小型化全向接收天线装置将接收到的0.1GHz~6GHz射频信号传输至射频调理模组,所述射频调理模组对0.1GHz~6GHz射频信号进行高达50dB动态范围的幅度调理后传输至上变频模组,所述上变频模组将0.1GHz~6GHz射频信号变为Ku频段并传输至恒功率放大模组,所述恒功率放大模组对Ku频段射频信号进行功率放大后传输至小型化定向发射天线装置,所述小型化定向发射天线装置将放大后的Ku频段射频信号进行高增益发射。

[0010] 进一步,所述小型化全向接收天线装置和小型化定向发射天线装置均采用牢固、轻巧且耐腐蚀的材料制作而成且与设备壳体一体化设计,所述设备壳体安装于无人机机腹底部。

[0011] 进一步,所述A全向接收天线对0.1GHz~0.8GHz信号进行高增益接收;所述B全向接收天线对0.8GHz~2GHz信号进行高增益接收;所述C全向接收天线对2GHz~6GHz信号进行高增益接收。

[0012] 进一步,所述A全向接收天线、B全向接收天线和C全向接收天线均采用超宽带印刷单极子微带平面天线形式实现天线电路功能,通过圆弧缝隙技术实现宽带匹配。

[0013] 进一步,所述射频调理模组设有三个工作于不同频段的通道且分别对0.1GHz~0.8GHz信号、0.8GHz~2GHz信号和2GHz~6GHz信号进行处理,三个频段的通道均包括限幅保护电路、低噪放电路、预选滤波电路和增益控制电路,三个频段的输出端均与三选一开关连接。

[0014] 进一步,所述限幅保护电路将接收到的射频信号进行保护,再通过低噪放电路进行低噪声放大,再经预选滤波电路滤除外来干扰信号,然后通过增益控制电路对射频信号进一步的增益放大,最后经三选一开关选择输出。

[0015] 进一步,所述上变频模组包括混频器、频率源电路和高矩形度射频滤波器,所述频率源电路为混频器提供所需的可调本振,所述混频器利用频率源电路提供的可调本振将接收到的0.1~6GHz频段射频信号变为较为纯净的Ku频段射频信号,然后Ku频段射频信号经过高矩形度射频滤波器滤除混频产生的杂散信号后传送至恒功率放大模组。

[0016] 进一步,所述恒功率放大模组包括射频AGC电路、GaN功率放大器电路和检波电路;所述GaN功率放大器电路将接收到的Ku频段射频信号进行功率放大后传送至检波电路,所述检波电路对功率放大后的Ku频段射频信号进行实时功率检测,并将检测结果反馈至控制电路,控制电路根据检测结果对射频AGC电路进行增益调节,以保证任意功率范围内的变频信号输入时输出功率均为恒定的功率。

[0017] 进一步,所述小型化定向发射天线装置对接收到的Ku频段射频信号进行高增益发射,负责将功率放大后的射频信号辐射至空中,其工作空域半径可覆盖5~10Km。

[0018] 进一步,所述小型化定向发射天线装置采用矩形贴片微带平面天线形式实现天线电路功能。

[0019] 进一步,所述控制电路是基于ARM核心构架的可编程逻辑电路,在无人机执行任务过程中,操作人员可远程对其进行控制,无需人员值守。

[0020] 进一步,所述设备壳体各模组可灵活布置,使得各功能模块可进行独立拆装,

具备了良好的可维修性和后期功能的可升级性。

[0021] 进一步,所述设备壳体总体尺寸为(250~260)mm×(190~200)mm×(45~55)mm,体积为常规设备的35%~45%;重量<1.5Kg,为常规设备的25%~30%,实现了无人机载荷设备重量轻、小尺寸的要求,极大提高了无人机的有效载荷。

[0022] 采用以上技术方案的有益效果是:

[0023] 1)、通过采用平面天线形式对小型化全向接收天线装置和小型化定向发射天线装置进行设计,并通过巧妙的结构设计将天线与设备壳体一体化设计,无需额外的馈线并安装于无人机机腹底部,不占用无人机内部载荷空间,极大提高了载荷空间利用率,从而彻底解决了以往低频段天线占用大量无人机载荷空间的弊端,实现了无人机载荷设备重量轻、小尺寸的要求;

[0024] 2)、通过采用大动态射频调理模组和大动态闭环功率控制电路,实现了宽频段自动侦测、射频信号远距离转发功能;

[0025] 3)、通过采用先进的GaN功率放大技术,使得设备发射效率可提高到38%,同等作用距离情况下与常规设备相比功耗下降了30%,同时具有过压保护、过流保护、驻波保护、温度保护等功能;

[0026] 4)、实现了无线远距离控制,工作时无需人员值守;

[0027] 5)、小型化全向接收天线装置覆盖了0.1GHz~6GHz全频段射频信号,可对工作半径空域和地面的信号进行侦测,拓展了工作带宽,满足了绝大多数无线通信频率的要求;功率放大器发射最大功率为10W,小型化定向发射天线装置将功率放大后的射频信号辐射至空中且最大作战半径可达5~10Km。

[0028] 6)、设备整体采用可升级模块化设计,不仅体积和重量比常规设备减小了40%~60%,同时,未来可通过对天线和软件的升级,进一步将工作频率拓展至更高的频率和更大的带宽。

## 附图说明

[0029] 图1是本发明中基于无人机无人值守平台的多频段射频侦测转发设备的结构示意图。

[0030] 图2是射频调理模组的示意图。

[0031] 图3是上变频模组的示意图。

[0032] 图中:1-A全向接收天线、2-B全向接收天线、3-C全向接收天线、4-小型化定向发射天线装置、5-设备壳体、6-射频调理模组、7-上变频模组、8-控制电路、9-恒功率放大模组。

## 具体实施方式

[0033] 下面结合附图详细说明本发明的优选实施方式。

[0034] 实施例一

[0035] 如图1-图3所示:

[0036] 本实施例中的一种基于无人机无人值守平台的多频段射频侦测转发设备,包括,设备壳体5,所述设备壳体5内设有:对0.1GHz~6GHz全频段射频信号进行射频调理的射频调理模组6、对0.1GHz~6GHz全频段射频信号进行频谱搬移的上变频模组7、对射频信号进

行功率放大并实现任意状态恒功率输出的恒功率放大模组9、对功率信号进行发射的小型化定向发射天线装置4和对设备进行实时遥控响应的控制电路8;

[0037] 本实施例中的设备壳体5内的各模组可灵活布置,使得各功能模块可进行独立拆装,具备了良好的可维修性和后期功能的可升级性。

[0038] 本实施例中的设备壳体5下表面还设有对0.1GHz~6GHz全频段射频信号进行侦测的小型化全向接收天线装置和对功率信号进行发射的小型化定向发射天线装置4;小型化全向接收天线装置和小型化定向发射天线装置4均采用牢固、轻巧且耐腐蚀的材料制作而成并与设备壳体5一体化设计。

[0039] 本实施例中的设备壳体5总体尺寸(250~260)mm×(190~200)mm×(45~55)mm,体积为常规设备的35%~45%;重量<1.5Kg,为常规设备的25%~30%,实现了无人机载荷设备重量轻、小尺寸的要求,设备壳体5安装于无人机机腹底部,极大提高了无人机的有效载荷。

[0040] 本实施例中的小型化全向接收天线装置、射频调理模组6、上变频模组7、恒功率放大模组9和小型化定向发射天线装置4依次通过射频SMP盲插串联且均与控制电路8电连接。

[0041] 本实施例中的小型化全向接收天线装置设有三根全向接收天线且分别为A全向接收天线1、B全向接收天线2和C全向接收天线3且均采用超宽带印刷单极子微带平面天线形式实现天线电路功能,通过圆弧缝隙技术实现宽带匹配,此处圆弧缝隙技术为现有技术,不再赘述;所述A全向接收天线1对V频段信号进行侦测,用于对0.1GHz~0.8GHz信号进行高增益接收;所述B全向接收天线2对U频段信号进行侦测,用于对0.8GHz~2GHz信号进行高增益接收;所述C全向接收天线3对S、C频段信号进行侦测,用于对2GHz~6GHz信号进行高增益接收。

[0042] 本实施例中的射频调理模组6设有三个工作于不同频段的通道且分别对0.1GHz~0.8GHz信号、0.8GHz~2GHz信号和2GHz~6GHz信号进行处理,三个频段的通道均包括限幅保护电路、低噪放电路、预选滤波电路和增益控制电路,三个频段的输出端均与三选一开关连接。

[0043] 本实施例中的限幅保护电路将接收到的射频信号进行保护,再通过低噪放电路进行低噪声放大,再经预选滤波电路滤除外来干扰信号,然后通过增益控制电路对射频信号进一步的增益放大,最后经三选一开关选择输出,三选一开关可对三种天线信号进行选择,从而实现对0.1GHz~6GHz信号的全频段覆盖。

[0044] 本实施例中的限幅保护电路将接受到的射频信号进行高达50dB动态范围的幅度调理并保护,以避免带外干扰信号过大时烧毁电路或导致电路阻塞;低噪放电路将接收的射频信号的噪声恶化尽量小,提高整体设备的接收灵敏度;预选滤波电路对射频信号进行频率选择,以滤除带外干扰信号,保证接收信号频谱纯净度。

[0045] 本实施例中的射频调理模组6是本发明设备中最核心部件,通过宽带高功率限幅技术、宽带低噪声放大技术和高矩形度射频滤波技术的应用,使得整体设备可对功率低至-110dBm的信号进行较好侦测能力,同时具有强大的抗干扰能力,可在强干扰和复杂电磁环境中应用。与传统设备相比,其侦测距离、侦测频段和可用工作环境都有了质的提高。

[0046] 本实施例中的所述上变频模组7包括混频器、频率源电路和高矩形度射频滤波器,所述频率源电路为混频器提供所需的可调本振,所述混频器利用频率源电路提供的可调

本振将接收到的0.1~6GHz频段射频信号变为较为纯净的Ku频段射频信号,然后Ku频段射频信号经过高矩形度射频滤波器滤除混频产生的杂散信号后传送至恒功率放大模组9。

[0047] 本实施例中的上变频模组7输入端接收的0.1~6GHz频段射频信号经过混频器采用本振方式搬移至频谱较为纯净的Ku频段射频信号,可降低环境中电磁干扰的影响,进一步提高信号的抗干扰能力,从而保证射频信号频谱的纯净,根本上摆脱了由于实时收发工作时有可能产生的信号多径问题,解决了常规设备在宽频段工作时无法摆脱的电磁兼容问题。

[0048] 本实施例中的恒功率放大模组9包括射频AGC电路、GaN功率放大器电路和检波电路;所述GaN功率放大器电路将接收到的Ku频段射频信号进行功率放大后传送至检波电路,所述检波电路对功率放大后的Ku频段射频信号进行实时功率检测,并将检测结果反馈至控制电路8,控制电路8根据检测结果对射频AGC电路进行增益调节,以保证任意功率范围内的变频信号输入时输出功率均为恒定的功率。

[0049] 本实施例中的GaN功率放大器电路的放大功率可增达38%,可实现对接收信号在-105dBm~-55dBm范围内保持恒功率10瓦输出,并不需要额外的人为控制;所述射频AGC电路对射频信号进行高达30dB增益控制。

[0050] 本实施例中的恒功率放大模组9中所有电路过程均为闭环控制,并不需要额外的人为指令控制,解决了常规设备在使用时需要操作人员对实际情况进行判定后,需手工调节功率的问题,实现了射频设备工作时无人值守功能。

[0051] 本实施例中的小型化定向发射天线装置4对接收到的Ku频段射频信号进行高增益发射,负责将功率放大后的射频信号辐射至空中,其工作空域半径可覆盖5~10Km;所述小型化定向发射天线装置4采用矩形贴片微带平面天线形式实现天线电路功能,通过对传统平面天线进行切角优化和金属脊优化,有效提高了天线在Ku频段的增益,使得发射效率进一步提高。

[0052] 本实施例中所述控制电路8是基于ARM核心构架的可编程逻辑电路,在无人机执行任务过程中,操作人员可远程对其进行控制,无需人员值守。

[0053] 实施例二

[0054] 综合实施例一所述的内容,本实施例中的小型化全向接收天线装置将接收到的0.1GHz~6GHz射频信号传输至射频调理模组6,所述射频调理模组6对0.1GHz~6GHz射频信号进行高达50dB动态范围的幅度调理后传输至上变频模组7,所述上变频模组7将0.1GHz~6GHz射频信号变为Ku频段并传输至恒功率放大模组9,所述恒功率放大模组9对Ku频段射频信号进行功率放大后传输至小型化定向发射天线装置4,所述小型化定向发射天线装置4将放大后的Ku频段射频信号进行高增益发射。

[0055] 以上所述的仅是本发明的优选实施方式,本发明的保护范围并不仅限于上述实施例,凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围应当指出,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明创造构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。

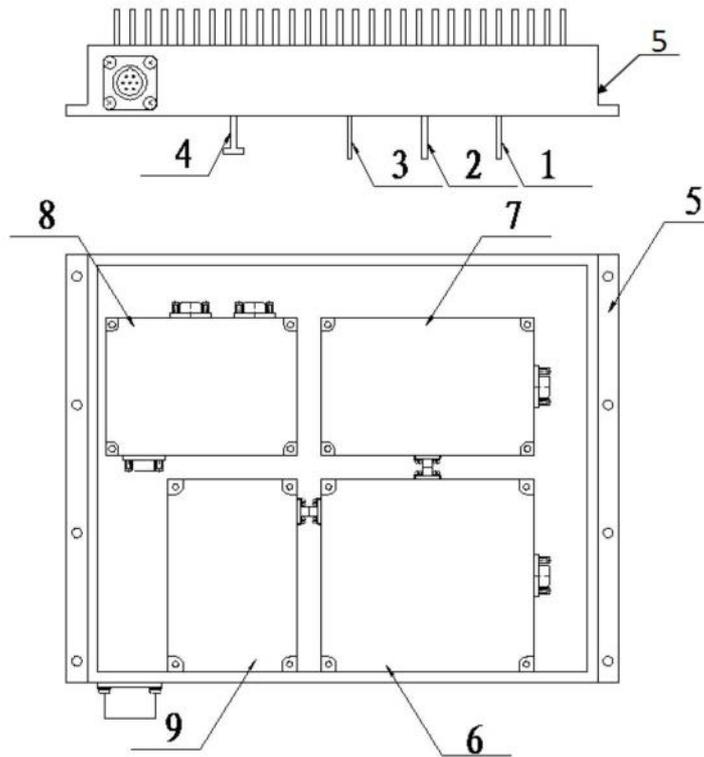


图1

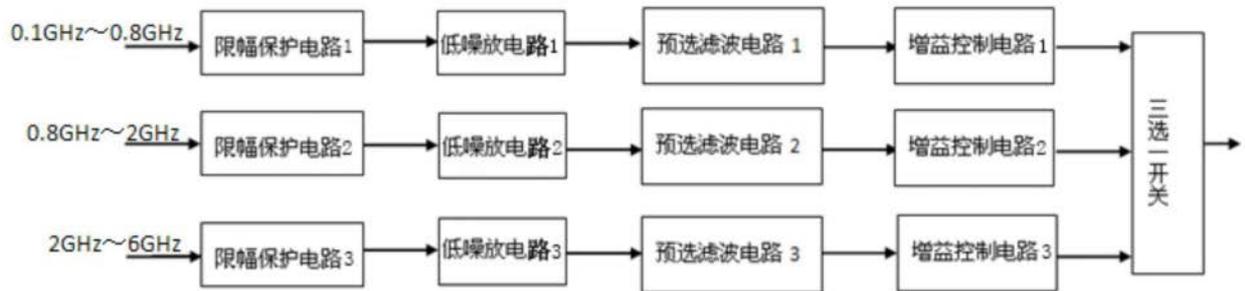


图2

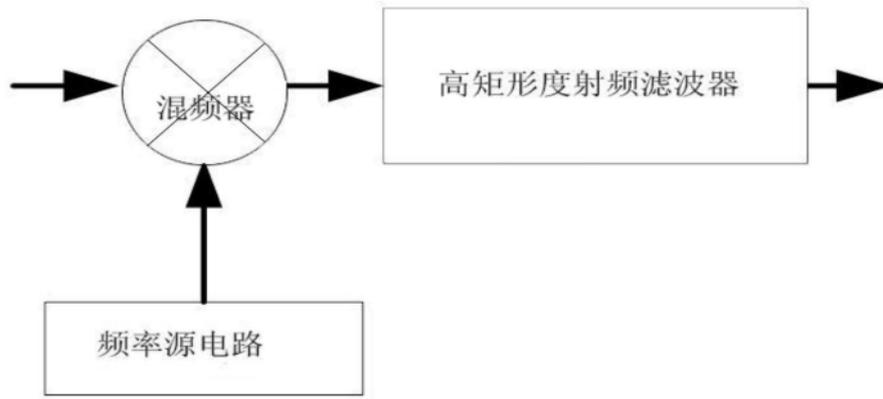


图3