



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 212905423 U

(45) 授权公告日 2021.04.06

(21) 申请号 202021350378.1

(22) 申请日 2020.07.10

(73) 专利权人 四川天中星航空科技有限公司  
地址 610000 四川省成都市高新区高朋大道10号A座6层

(72) 发明人 杜怀云 熊培金

(74) 专利代理机构 成都立新致创知识产权代理  
事务所(特殊普通合伙)  
51277

代理人 周方建

(51) Int.Cl.

G01S 7/40 (2006.01)

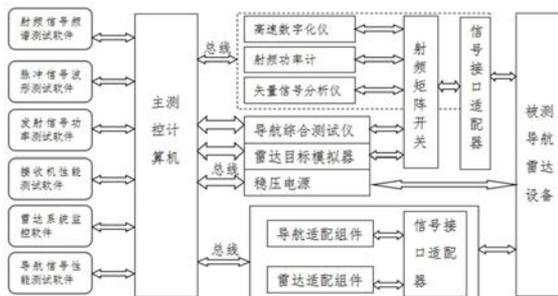
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 实用新型名称

导航雷达综合测试设备

(57) 摘要

本实用新型涉及导航雷达综合测试设备,包括主测控计算机、测量组件以及接口适配器,所述接口适配器为两台,与被测导航雷达设备连接,其中一台接口适配器通过射频矩阵开关分别与所述数字化仪、射频功率计、矢量信号分析仪、导航综合测试仪、雷达目标模拟器连接,另一台接口适配器与所述导航适配组件和雷达适配组件连接;数字化仪、射频功率计、矢量信号分析仪、导航综合测试仪、雷达目标模拟器、导航适配组件、雷达适配组件分别与所述主测控计算机连接,所述主测控计算机内嵌相应的测试软件,采用模块化设计,以减少布线,同时利用接口适配器使其可接收不同型号机型的测试信号。



1. 一种导航雷达综合测试设备,其特征在于,包括:  
主测控计算机、测量组件以及接口适配器;  
所述测量组件包括数字化仪、射频功率计、矢量信号分析仪、导航综合测试仪、雷达目标模拟器、导航适配组件、雷达适配组件以及稳压电源;  
所述接口适配器为两台,与被测导航雷达设备连接,其中一台接口适配器通过射频矩阵开关分别与所述数字化仪、射频功率计、矢量信号分析仪、导航综合测试仪、雷达目标模拟器连接,另一台接口适配器与所述导航适配组件和雷达适配组件连接;  
所述数字化仪、射频功率计、矢量信号分析仪、导航综合测试仪、雷达目标模拟器、导航适配组件、雷达适配组件分别与所述主测控计算机连接,所述主测控计算机内嵌相应的测试软件。
2. 根据权利要求1所述的导航雷达综合测试设备,其特征在于,所述主测控计算机连接有一个航向下滑测试模块,所述航向下滑测试模块包括由主机MCU和从机MCU组成的低频单元,以及射频单元,所述主机MCU与扫描键盘和显示器连接,主机MCU与从机MCU通过RS232接口连接,从机MCU与射频单元连接用于发送相应的测试信号至主测控计算机。
3. 根据权利要求2所述的导航雷达综合测试设备,其特征在于,所述主测控计算机连接有一个信标机测试模块,所述信标机测试模块包括:  
依次串联的点划码发生器、模拟开关、调幅电路、相位累加电路以及功率放大器;  
以及与所述模拟开关连接的音频信号发生器,  
与所述调幅电路和相位累加电路连接的载波震荡放大器;  
所述功率放大器连接至主测控计算机。
4. 根据权利要求3所述的导航雷达综合测试设备,其特征在于,所述稳压电源配置有电源及温控系统,所述电源及温控系统包括电源、温控器、温度传感器、加热装置以及散热风扇,所述电源、温度传感器、加热装置以及散热风扇分别与温控器连接。
5. 根据权利要求4所述的导航雷达综合测试设备,其特征在于,所述测试软件包括射频信号频谱测试、脉冲包络与波形测试、发射功率与接收机性能测试、雷达监控软件测试。

## 导航雷达综合测试设备

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及雷达测试领域,具体涉及一种导航雷达综合测试设备。

### 背景技术

[0002] 导航雷达是为飞机提供飞行路线的核心技术,其性能指标直接影响了飞机的飞行路线。飞机在日常维护中必须对导航雷达进行性能测试。就目前而言,由于受机型限制,不同机型所采用的导航雷达不尽相同,现有技术在对进行测试时,都是针对某一固定机型的雷达配置一台测试系统,各测试系统之间无法跨机型使用,除此之外,由于雷达测试指标较多,使得测试线路复杂,在测试过程中容易出现接线错误的现象。

### 实用新型内容

[0003] 本实用新型的目的在于克服现有技术的不足,提供一种导航雷达综合测试设备,采用模块化设计,以减少布线,同时利用接口适配器使其可接收不同型号机型的测试信号。

[0004] 本实用新型的目的在于通过以下技术方案来实现的:

[0005] 一种导航雷达综合测试设备,包括:

[0006] 主测控计算机、测量组件以及接口适配器;

[0007] 所述测量组件包括数字化仪、射频功率计、矢量信号分析仪、导航综合测试仪、雷达目标模拟器、导航适配组件、雷达适配组件以及稳压电源;

[0008] 所述接口适配器为两台,与被测导航雷达设备连接,其中一台接口适配器通过射频矩阵开关分别与所述数字化仪、射频功率计、矢量信号分析仪、导航综合测试仪、雷达目标模拟器连接,另一台接口适配器与所述导航适配组件和雷达适配组件连接;

[0009] 所述数字化仪、射频功率计、矢量信号分析仪、导航综合测试仪、雷达目标模拟器、导航适配组件、雷达适配组件分别与所述主测控计算机连接,所述主测控计算机内嵌相应的测试软件。

[0010] 进一步的,所述主测控计算机连接有一个航向下滑测试模块,所述航向下滑测试模块包括由主机MCU和从机MCU组成的低频单元,以及射频单元,所述主机MCU与扫描键盘和显示器连接,主机MCU与从机MCU通过RS232接口连接,从机MCU与射频单元连接用于发送相应的测试信号至主测控计算机。

[0011] 进一步的,所述主测控计算机连接有一个信标机测试模块,所述信标机测试模块包括:

[0012] 依次串联的点划码发生器、模拟开关、调幅电路、相位累加电路以及功率放大器;

[0013] 以及与所述模拟开关连接的音频信号发生器,

[0014] 与所述调幅电路和相位累加电路连接的载波震荡放大器;

[0015] 所述功率放大器连接至主测控计算机。

[0016] 进一步的,所述稳压电源配置有电源及温控系统,所述电源及温控系统包括电源、温控器、温度传感器、加热装置以及散热风扇,所述电源、温度传感器、加热装置以及散热风

扇分别与温控器连接。

[0017] 进一步的,所述测试软件包括射频信号频谱测试、脉冲包络与波形测试、发射功率与接收机性能测试、雷达监控软件测试。

[0018] 本实用新型的有益效果是:本方案采用射频矩阵开关以及多台接口适配器的组合,将传统的测试模块采用分组连接的方式,从而简化了接线操作,同时增加了新的测试功能,而整机体积却不影响,同时利用接口适配器使其可以使用多种不同机型的雷达测试。

### 附图说明

[0019] 图1是本实用新型的原理框图;

[0020] 图2是航向下滑测试模块原理框图;

[0021] 图3是指点信标工作原理图;

[0022] 图4是发射信号频谱测试原理框图;

[0023] 图5是发射机射频脉冲包络和波形测试原理框图;

[0024] 图6是发射机输出功率测试原理框图;

[0025] 图7是接收机灵敏度测试原理框图;

[0026] 图8是电源及温控模块原理图。

### 具体实施方式

[0027] 下面结合附图进一步详细描述本实用新型的技术方案,但本实用新型的保护范围不局限于以下所述。

[0028] 如图1所示,一种导航雷达综合测试设备,包括:

[0029] 主测控计算机、测量组件以及接口适配器;

[0030] 测量组件包括数字化仪、射频功率计、矢量信号分析仪、导航综合测试仪、雷达目标模拟器、导航适配组件、雷达适配组件以及稳压电源;

[0031] 接口适配器为两台,与被测导航雷达设备连接,其中一台接口适配器通过射频矩阵开关分别与数字化仪、射频功率计、矢量信号分析仪、导航综合测试仪、雷达目标模拟器连接,另一台接口适配器与导航适配组件和雷达适配组件连接;

[0032] 数字化仪、射频功率计、矢量信号分析仪、导航综合测试仪、雷达目标模拟器、导航适配组件、雷达适配组件分别与主测控计算机连接,主测控计算机内嵌相应的测试软件。

[0033] 系统基本工作原理:主测控计算机通过相应软件控制导航雷达设备进入测试状态,主测控计算机发出控制命令,通过总线控制测量组件,执行各项测量操作。完成各项测量后,测量组件把测量结果通过总线送给测控计算机,由测控计算机调用数据软件来分析、处理测量结果,并以测试报告的形式给出测试结论。测量软件还可以完成测试设备内部状态分析和故障检测,形成自检报告和故障信息。

[0034] 参考图2所示,主测控计算机连接有一个航向下滑测试模块,航向下滑测试模块包括由主机MCU和从机MCU组成的低频单元,以及射频单元,主机MCU与扫描键盘和显示器连接,主机MCU与从机MCU通过RS232接口连接,从机MCU与射频单元连接用于发送相应的测试信号至主测控计算机。

[0035] 低频单元是航向下滑测试模块的核心组件,用于二次电源的变换、扫描键盘、控制

显示、管理射频单元和产生不同模式的音频调制信号。主要由处理器、电源变换单元、信号放大器及分配器组成。低频单元中包含两个处理器，一个作为主机MCU用于扫描键盘(按键和编码旋钮)、控制显示和通过TTL电平形式的RS232接口给从机分配任务，从机MCU采用带DSP功能的MCU做专业的信号处理和产生工作，在从机MCU的命令下完成工作。

[0036] 参考图3所示，主测控计算机连接有一个信标机测试模块，信标机测试模块包括：

[0037] 依次串联的点划码发生器、模拟开关、调幅电路、相位累加电路以及功率放大器；

[0038] 以及与模拟开关连接的音频信号发生器，

[0039] 与调幅电路和相位累加电路连接的载波震荡放大器；

[0040] 功率放大器连接至主测控计算机。

[0041] 指点信标地面设备的载波发生器产生固定频率75MHz的载波信号，点、划码发生器产生对应的“点”、“划”码，音频信号发生器产生对应频率的音频信号，通过模拟开关将音频信号进行点、划编码，编码得到的波形对载波信号进行幅度调制，再经过功率放大，最终将信号通过天线辐射出去，如图3所示。

[0042] 飞机上的指点信标接收机为一次变频的外差式接收机，天线接收到的信号经过接收机后得到中频信号，再将中频信号送入包络检波器，经过400Hz、1300Hz或3000Hz的带通滤波器，频选择板，提供音响信号得到音频信号。音频信号经过音频放大电路后加到音再经过整流滤波，提供灯光指示的选择信号。

[0043] 其中，测试软件包括射频信号频谱测试、脉冲包络与波形测试、发射功率与接收机性能测试、雷达监控软件测试，其测试原理如下：

[0044] 参考图4所示，是射频信号频谱测试原理框图，为实现雷达远距离探测，雷达发射机需要输出大功率的射频发射信号，因此，测试发射机输出信号频谱时，需要通过高功率双定向耦合器和射频功率衰减器来获取适合测试的发射机输出取样信号，剩余的能量由大功率负载吸收。

[0045] 原位测试时，应控制雷达发射机处于高压辐射工作状态，发射机激励信号的频谱纯度指标要优于指标要求值。另外，频谱仪相位噪声的读数具有一定的起伏和随机性，测试中可以取N次读数的平均值(N一般大于10即可)作为测试值，以降低测试读数的误差。激励源信号为雷达频综器单元产生的低功率射频信号，设备采用射频电缆将用于测试的信号引出到了ATE接口盒面板上，因此，可以通过测试电缆直接将信号输入到频谱分析仪的输入端。测试时，雷达不需要开高压辐射；由于被测雷达为全波形PD雷达，应控制雷达处于不同的工作方式，分别测试高、中重复频率，及不同频点信号的频谱。

[0046] 参考图5所示，是脉冲包络与波形测试框图，采用数字示波器可以实现对发射机射频脉冲的包络和波形的测试，雷达发射机输出的是大功率射频脉冲信号，因此，测试发射机输出信号包络参数时，需要通过高功率定向耦合器和射频功率衰减器来获取适合测试的低功率发射机输出取样信号，剩余的能量由大功率负载吸收；然后还必须经过包络检波，才能使用示波器观察到相应的脉冲包络。

[0047] 原位测试时，应控制雷达发射机处于高压辐射工作状态，产生发射机输出信号，可以全方向探测和跟踪空中、地面、海面目标，根据不同的探测环境和目标特点，需要设置多种不同的发射波形以适应探测和信号处理的需求。因此，测试时应通过改变雷达工作方式、工作参数，测试所有状态的波形参数。

[0048] 参考图6所示,是发射机输出功率测试原理框图,雷达发射脉冲功率的测量通常采用通过式功率测量法,又称为间接式功率测量,是指利用定向耦合器从主传输系统中取一部分功率进行测量,再计算出发射机的平均功率。测量时,应控制雷达发射机处于高压辐射工作状态,产生发射机输出信号。改变雷达工作参数,分别测量在不同工作频率时的功率值,然后得到发射机的平均功率。

[0049] 在使用间接测试法时,首先要校准定向耦合器的耦合度和串接衰减器的衰减值,尤其要保证定向耦合器具有足够好的方向性,否则发射机输出端所接馈线系统的过大驻波会影响发射机输出功率读数的准确性。具体测量时,应正确设置射频脉冲功率计的量程和同时观测脉冲波形,以保证测量的准确性。

[0050] 参考图7所示,是接收机灵敏度测试原理框图,测试时,首先使信号源输出为零,把接收机增益控制在适当值,使指示器有一噪声指示值。然后,使信号源有一定输出,并微调频率使其输出为最大,再调节信号源输出功率,使接收机的输出功率指示值为前者的2倍,此时接收机输入端的功率即为临界灵敏度。

[0051] 现代体制机载雷达需要高性能的接收机,因此对测试用的射频信号的精度和稳定性要求也非常高。而现代体制雷达均具有较为完善的机内自检测(BIT)功能,雷达接收机的自检是通过BIT测试信号完成的。测试信号即作为接收机增益和灵敏度的检测信号,当把一个电平高于雷达接收机输入噪声电平几个分贝(如6dB)的测试信号馈入接收机输入端时,其输出端测试信号的电平及信噪比就表征了接收机的增益和灵敏度,它的变化还直接反映了接收机的增益和灵敏度的变化。所以,雷达接收机性能的测试,选择利用雷达系统级BIT自检方式实现在线测试。

[0052] 参考图8所示,稳压电源配置有电源及温控系统,电源及温控系统包括电源、温控器、温度传感器、加热装置以及散热风扇,电源、温度传感器、加热装置以及散热风扇分别与温控器连接。由于加热单元的功耗较大,因此使用独立的115V/400Hz(不经过交流稳压电源)为温控系统供电,而电源单元输出的+12V小功率直流电源则给温控器供电。温控器通过温度传感器测量并显示组装箱内的温度,并据此控制两个风扇和加热装置的工作。如果组装箱内的温度超过高温设定值,温控器将接通风扇一的电源,风扇一开始工作,进行降温。当通风到一定温度时(为高温设定值减固定温差),温控器将断开风扇一的电源,风扇一停止工作,风扇二启动并工作,进行自然散热。当组装箱内的温度低于低温设定值时,温控器将接通加热装置的交流电源,加热装置和风扇二开始工作,进行加温,直到组装箱内的温度达到一定温度时(为低温设定值加固定温差),温控器断开加热装置的交流电源。加热装置停止工作,风扇二继续工作,进行自然散热。

[0053] 以上所述仅是本实用新型的优选实施方式,应当理解本实用新型并非局限于本文所披露的形式,不应看作是对其他实施例的排除,而可用于各种其他组合、修改和环境,并能够在本文所述构想范围内,通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离本实用新型的精神和范围,则都应在本实用新型所附权利要求要求的保护范围内。

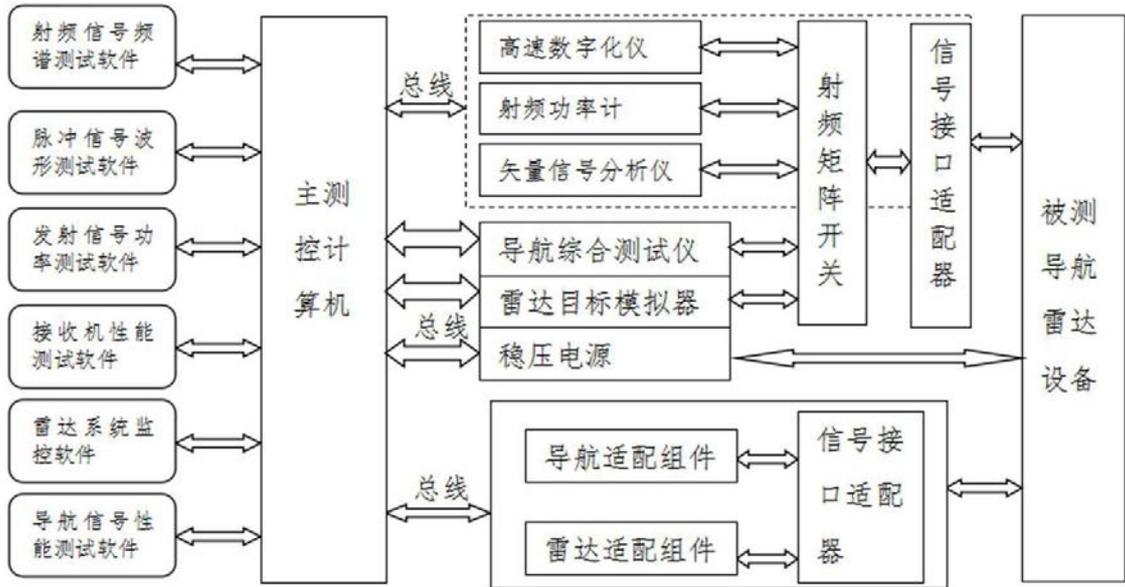


图1

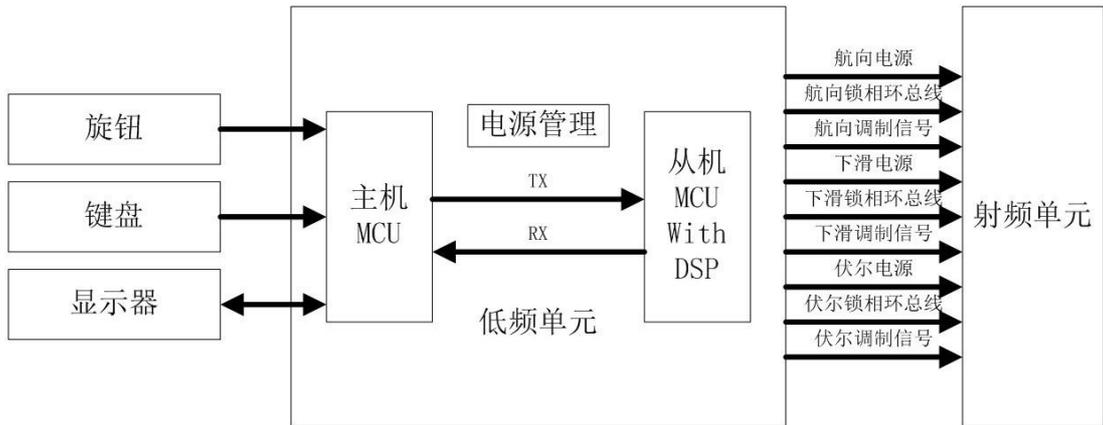


图2

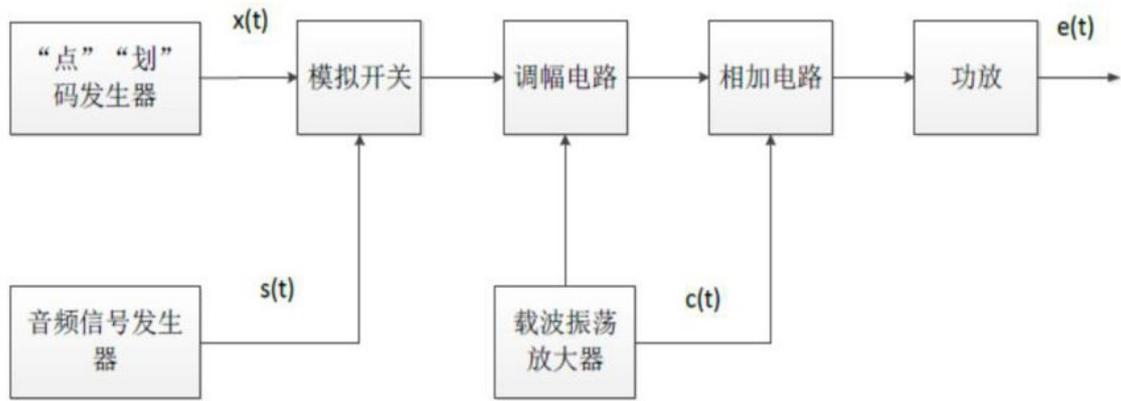


图3

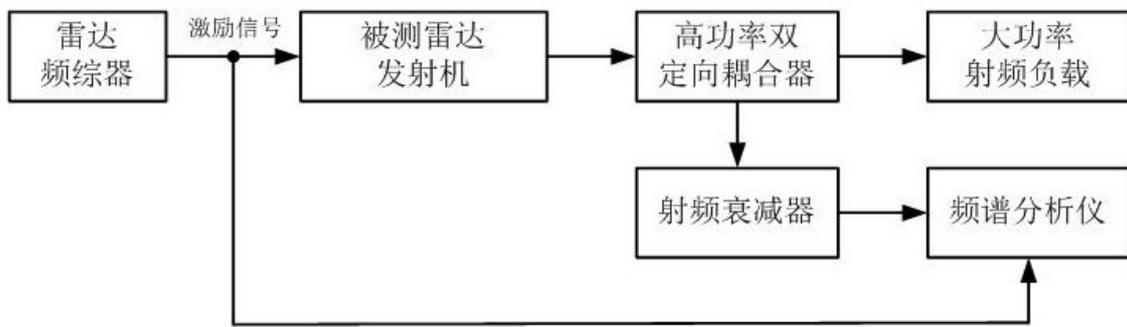


图4

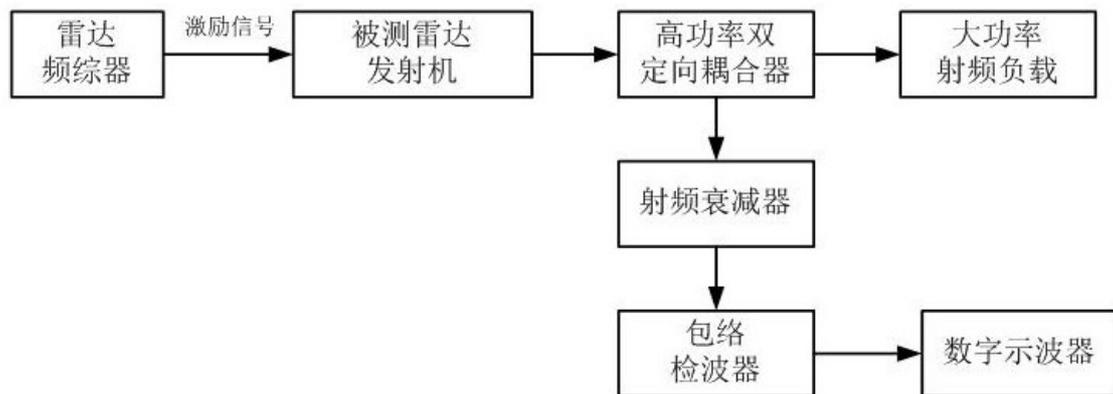


图5

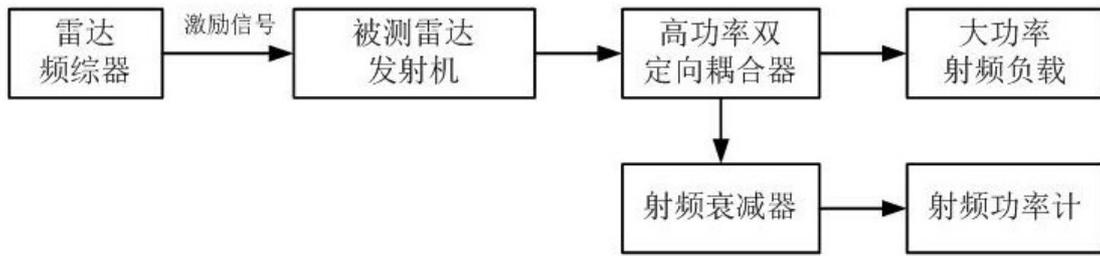


图6

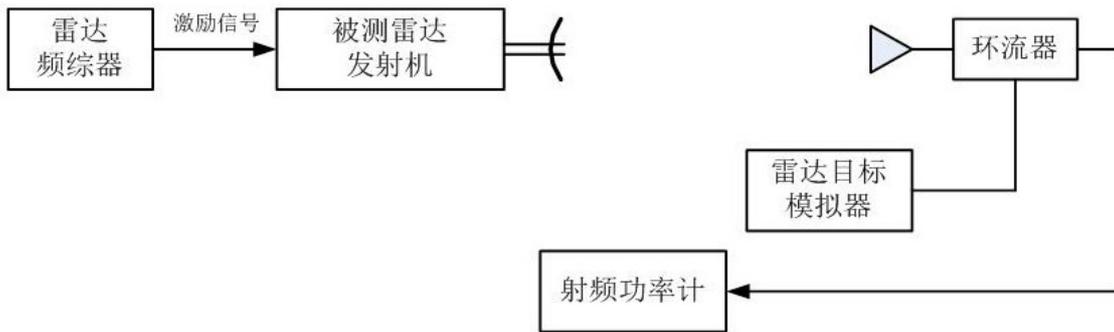


图7

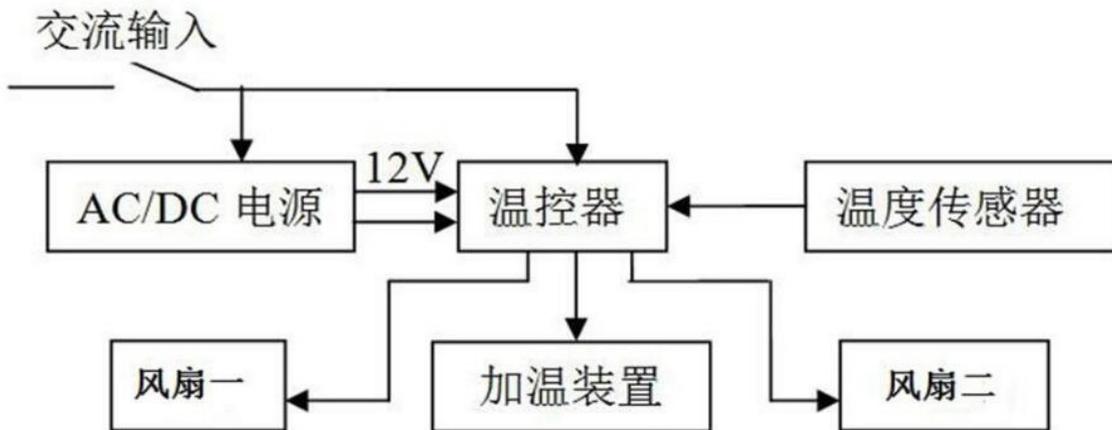


图8