



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109660303 B

(45) 授权公告日 2021. 10. 08

(21) 申请号 201811446416.0

(22) 申请日 2018.11.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109660303 A

(43) 申请公布日 2019.04.19

(73) 专利权人 武汉船舶通信研究所(中国船舶
重工集团公司第七二二研究所)

地址 430205 湖北省武汉市江夏区藏龙岛
开发区藏龙大道3号

(72) 发明人 陈聪 王波 梁艺 李光军 刘庆
王勇 杨东昊 张雄 李成全
华怡 刘肖肖 杨懿楠 杨晓东
杨帆

(74) 专利代理机构 北京三高永信知识产权代理
有限责任公司 11138

代理人 徐立

(51) Int.Cl.
H04B 17/10 (2015.01)
H04B 17/15 (2015.01)
H04B 17/20 (2015.01)
H04B 17/29 (2015.01)

(56) 对比文件
CN 107168151 A, 2017.09.15
CN 107179449 A, 2017.09.19
CN 103630760 A, 2014.03.12
US 2016088498 A1, 2016.03.24
CN 207798960 U, 2018.08.31

审查员 佟璐

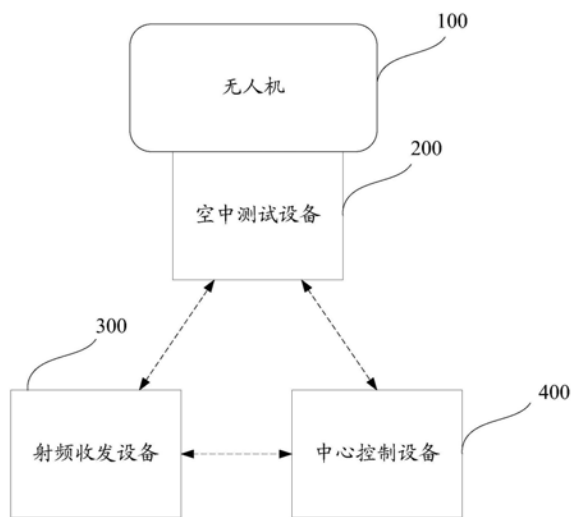
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

短波天线性能评估系统

(57) 摘要

本发明公开了一种短波天线性能评估系统，属于通信技术领域。所述系统包括：无人机、空中测试设备、射频收发设备和中心控制设备；所述空中测试设备搭载在所述无人机上，所述射频收发设备与待测短波天线连接，所述射频收发设备用于接收所述中心控制设备的指令，并根据所述指令控制所述待测短波天线发射信号；检测所述待测短波天线的功率值，将检测到的所述待测短波天线的功率值传输给所述中心控制设备；所述中心控制设备用于控制所述无人机的运行；向所述射频收发设备发送所述指令；接收所述射频收发设备发送的所述待测短波天线的功率值；接收所述空中测试设备发送的功放输出电平值；根据所述待测短波天线的功率值和所述功放输出电平值，评估所述待测短波天线的辐射性能。



1. 一种短波天线性能评估系统,其特征在于,所述系统包括:

无人机、空中测试设备、射频收发设备和中心控制设备;

所述空中测试设备搭载在所述无人机上;

所述射频收发设备与待测短波天线连接,所述射频收发设备用于接收所述中心控制设备的指令,并根据所述指令控制所述待测短波天线发射信号;检测所述待测短波天线的功率值,将检测到的所述待测短波天线的功率值传输给所述中心控制设备;

所述中心控制设备用于通过设定飞行高度和飞行半径,生成飞行控制指令控制所述无人机的运行;向所述射频收发设备发送所述指令;接收所述射频收发设备发送的所述待测短波天线的功率值;接收所述空中测试设备发送的功放输出电平值;根据所述待测短波天线的功率值和所述功放输出电平值,评估所述待测短波天线的辐射性能;

所述中心控制设备包括:

第三数传电台、第三数据交换与控制模块、上位机、飞控模块数传电台和第三电源模块;所述第三数据交换与控制模块同时与所述第三数传电台、所述上位机电连接,所述上位机与所述飞控模块数传电台电连接,所述第三数传电台、所述第三数据交换与控制模块、所述上位机以及所述飞控模块数传电台均与所述第三电源模块电连接;

所述第三数据交换与控制模块,用于通过所述飞控模块数传电台向所述空中测试设备发送飞行控制指令;通过所述第三数传电台接收所述空中测试设备发送的功放输出电平值;通过所述第三数传电台向所述射频收发设备发送指令,以及接收所述射频收发设备发送的所述待测短波天线的功率值;

所述上位机,用于根据所述第三数据交换与控制模块接收到的所述待测短波天线的功率值和所述功放输出电平值,评估所述待测短波天线的辐射性能;

所述第三数据交换与控制模块,还可以用于将所述无人机的状态信息和功放输出电平值打包存储在一个寄存器中,将所述无人机的状态信息和待测短波天线的功率值打包存储在另一个寄存器中。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述空中测试设备包括:

短波天线、第一功放模块、第一信号源、第一数据交换与控制模块、第一数传电台、飞控模块和第一电源模块;所述第一功放模块同时与所述短波天线以及所述第一信号源电连接,所述第一数据交换与控制模块同时与所述第一信号源、所述第一数传电台和所述飞控模块电连接,所述第一功放模块、所述第一信号源、所述第一数据交换与控制模块和所述第一数传电台均与所述第一电源模块电连接;

所述短波天线,用于与所述待测短波天线通信;

所述飞控模块,用于获取所述无人机的状态信息,并接收所述中心控制设备发送的飞行控制指令,根据所述无人机的状态信息和所述飞行控制指令控制所述无人机运行;

所述第一数据交换与控制模块,用于获取所述无人机的状态信息以及所述第一功放模块的功放输出电平值,并通过所述第一数传电台传输给所述中心控制设备。

3. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于,所述空中测试设备还包括:

900MHz数传天线和卫星天线,所述900MHz数传天线和卫星天线均与所述飞控模块电连接。

4. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述射频收发设备包括:

第二功放模块、第二信号源、功率检测模块、第二数据交换与控制模块、第二数传电台和第二电源模块；所述第二功放模块同时与所述待测短波天线以及所述第二信号源电连接，所述第二数据交换与控制模块同时与所述第二信号源、所述第二数传电台和所述功率检测模块电连接，所述第二功放模块、所述第二信号源、所述第二数据交换与控制模块、所述功率检测模块以及所述第二数传电台均与所述第二电源模块电连接；

所述功率检测模块，用于检测所述待测短波天线的功率值；

所述第二数据交换与控制模块，用于接收所述中心控制设备的指令，并根据所述指令控制所述待测短波天线发射信号；当接收到所述中心控制设备发送的所述无人机的状态信息时，将所述待测短波天线的功率值通过所述第二数传电台传输所述给所述中心控制设备。

5. 根据权利要求1所述的系统，其特征在于，所述第三数据交换与控制模块，还用于在超过预定时间间隔未收到所述空中测试设备发送的功放输出电平值时，向所述空中测试设备发送电平查询指令。

6. 根据权利要求1所述的系统，其特征在于，所述上位机，用于对所述待测短波天线的功率值和所述功放输出电平值进行修正和拟合处理，并评估所述待测短波天线的圆度、主波瓣指向、主波瓣宽度以及前后比。

7. 根据权利要求1所述的系统，其特征在于，所述中心控制设备还包括差分定位站，所述差分定位站与所述上位机电连接。

8. 根据权利要求1-7任一项所述的系统，其特征在于，所述射频收发设备还与标准短波天线连接，所述射频收发设备还用于检测所述标准短波天线的功率值，将检测到的所述标准短波天线的功率值传输给所述中心控制设备；

所述中心控制设备还用于根据所述待测短波天线的功率值和所述标准短波天线的功率值，评估所述待测短波天线的增益性能。

短波天线性能评估系统

技术领域

[0001] 本发明涉及通信技术领域,特别涉及一种短波天线性能评估系统。

背景技术

[0002] 短波天线作为短波无线通信系统的咽喉要道,对短波无线通信系统的总体性能起着非常重要的作用。表征短波天线性能的指标大致可分为两类:一类主要表征天线馈电性能,如电压驻波比、功率容量、接地电阻等,这类指标可通过网络分析仪等设备进行准确测试;另一类主要表征天线辐射性能,如增益、方向图不圆度、波束指向、波束宽度等,表征了天线在空间各个方向所具有的发射或接收电磁波的能力。

[0003] 天线辐射性能指标是衡量天线辐射性能的关键指标,常用的短波天线辐射性能指标测试方法为:在地面某些位置通过测试仪器仪表对天线典型方向的性能进行测试,这种方式仅能对天线空间性能进行抽样测试、无法对天线性能进行全面测试。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供了一种短波天线性能评估系统,以实现短波天线辐射性能指标测试。所述技术方案如下:

[0005] 本发明实施例提供了一种短波天线性能评估系统,所述系统包括:

[0006] 无人机、空中测试设备、射频收发设备和中心控制设备;

[0007] 所述空中测试设备搭载在所述无人机上;

[0008] 所述射频收发设备与待测短波天线连接,所述射频收发设备用于接收所述中心控制设备的指令,并根据所述指令控制所述待测短波天线发射信号;检测所述待测短波天线的功率值,将检测到的所述待测短波天线的功率值传输给所述中心控制设备;

[0009] 所述中心控制设备用于控制所述无人机的运行;向所述射频收发设备发送所述指令;接收所述射频收发设备发送的所述待测短波天线的功率值;接收所述空中测试设备发送的功放输出电平值;根据所述待测短波天线的功率值和所述功放输出电平值,评估所述待测短波天线的辐射性能。

[0010] 在本发明实施例的一种实现方式中,所述空中测试设备包括:

[0011] 短波天线、第一功放模块、第一信号源、第一数据交换与控制模块、第一数传电台、飞控模块和第一电源模块;所述第一功放模块同时与所述短波天线以及所述第一信号源电连接,所述第一数据交换与控制模块同时与所述第一信号源、所述第一数传电台和所述飞控模块电连接,所述第一功放模块、所述第一信号源、所述第一数据交换与控制模块和所述第一数传电台均与所述第一电源模块电连接;

[0012] 所述短波天线,用于与所述待测短波天线通信;

[0013] 所述飞控模块,用于获取所述无人机的状态信息,并接收所述中心控制设备发送的飞行控制指令,根据所述无人机的状态信息和所述飞行控制指令控制所述无人机运行;

[0014] 所述第一数据交换与控制模块,用于获取所述无人机的状态信息以及所述第一功

放模块的功放输出电平值,并通过所述第一数传电台传输给所述中心控制设备。

[0015] 在本发明实施例的一种实现方式中,所述空中测试设备还包括:

[0016] 900MHz数传天线和卫星天线,所述900MHz数传天线和卫星天线均与所述飞控模块电连接。

[0017] 在本发明实施例的一种实现方式中,所述射频收发设备包括:

[0018] 第二功放模块、第二信号源、功率检测模块、第二数据交换与控制模块、第二数传电台和第二电源模块;所述第二功放模块同时与所述待测短波天线以及所述第二信号源电连接,所述第二数据交换与控制模块同时与所述第二信号源、所述第二数传电台和所述功率检测模块电连接,所述第二功放模块、所述第二信号源、所述第二数据交换与控制模块、所述功率检测模块以及所述第二数传电台均与所述第二电源模块电连接;

[0019] 所述功率检测模块,用于检测所述待测短波天线的功率值;

[0020] 所述第二数据交换与控制模块,用于接收所述中心控制设备的指令,并根据所述指令控制所述待测短波天线发射信号;当接收到所述中心控制设备发送的所述无人机的状态信息时,将所述待测短波天线的功率值通过所述第二数传电台传输给所述中心控制设备。

[0021] 在本发明实施例的一种实现方式中,所述中心控制设备包括:

[0022] 第三数传电台、第三数据交换与控制模块、上位机、飞控模块数传电台和第三电源模块;所述第三数据交换与控制模块同时与所述第三数传电台、所述上位机电连接,所述上位机与所述飞控模块数传电台电连接,所述第三数传电台、所述第三数据交换与控制模块、所述上位机以及所述飞控模块数传电台均与所述第三电源模块电连接;

[0023] 所述第三数据交换与控制模块,用于通过所述飞控模块数传电台向所述空中测试设备发送飞行控制指令;通过所述第三数传电台接收所述空中测试设备发送的功放输出电平值;通过所述第三数传电台向所述射频收发设备发送指令,以及接收所述射频收发设备发送的所述待测短波天线的功率值;

[0024] 所述上位机,用于根据所述第三数据交换与控制模块接收到的所述待测短波天线的功率值和所述功放输出电平值,评估所述待测短波天线的辐射性能。

[0025] 在本发明实施例的一种实现方式中,所述第三数据交换与控制模块,还用于存储所述空中测试设备发送的功放输出电平值以及所述射频收发设备发送的所述待测短波天线的功率值。

[0026] 在本发明实施例的一种实现方式中,所述第三数据交换与控制模块,还用于在超过预定时间间隔未收到所述空中测试设备发送的功放输出电平值时,向所述空中测试设备发送电平查询指令。

[0027] 在本发明实施例的一种实现方式中,所述上位机,用于对所述待测短波天线的功率值和所述功放输出电平值进行修正和拟合处理,并评估所述待测短波天线的圆度、主波瓣指向、主波瓣宽度以及前后比。

[0028] 在本发明实施例的一种实现方式中,所述中心控制设备还包括差分定位站,所述差分定位站与所述上位机电连接。

[0029] 在本发明实施例的一种实现方式中,所述射频收发设备还与标准短波天线连接,所述射频收发设备还用于检测所述标准短波天线的功率值,将检测到的所述标准短波天线

的功率值传输给所述中心控制设备；

[0030] 所述中心控制设备还用于根据所述待测短波天线的功率值和所述标准短波天线的功率值,评估所述待测短波天线的增益性能。

[0031] 本发明实施例提供的技术方案带来的有益效果是:

[0032] 本发明实施例通过将空中测试设备搭载在无人机上,来与地面的待测短波天线通信,同时通过中心控制设备控制无人机的运行,从而在特定的位置与地面的待测短波天线通信,通过射频收发设备检测待测短波天线的功率值,通过空中测试设备获取功放输出电平值,中心控制设备根据待测短波天线的功率值和功放输出电平值,评估待测短波天线的辐射性能,既保证了对短波天线性能的全方位测试,且采用无人机搭载空中测试设备,测试成本较低。

附图说明

[0033] 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的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0034] 图1是本发明实施例提供的一种短波天线性能评估系统的结构示意图;

[0035] 图2是本发明实施例提供的一种空中测试设备的结构示意图;

[0036] 图3是本发明实施例提供的一种射频收发设备的结构示意图;

[0037] 图4是本发明实施例提供的一种中心控制设备的结构示意图。

具体实施方式

[0038] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0039] 图1是本发明实施例提供的一种短波天线201性能评估系统的结构示意图。参见图1,该系统包括:无人机100、空中测试设备200、射频收发设备300和中心控制设备400。

[0040] 空中测试设备200搭载在无人机100上。射频收发设备300与待测短波天线500连接,射频收发设备300用于接收中心控制设备400的指令,并根据指令控制待测短波天线500发射信号;检测待测短波天线500的功率值,将检测到的待测短波天线500的功率值传输给中心控制设备400。中心控制设备400用于控制无人机100的运行;向射频收发设备300发送指令;接收射频收发设备300发送的待测短波天线500的功率值;接收空中测试设备200发送的功放输出电平值;根据待测短波天线500的功率值和功放输出电平值,评估待测短波天线500的辐射性能。

[0041] 本发明实施例通过将空中测试设备搭载在无人机上,来与地面的待测短波天线通信,同时通过中心控制设备控制无人机的运行,从而在特定的位置与地面的待测短波天线通信,通过射频收发设备检测待测短波天线的功率值,通过空中测试设备获取功放输出电平值,中心控制设备根据待测短波天线的功率值和功放输出电平值,评估待测短波天线的辐射性能,既保证了对短波天线性能的全方位测试,且采用无人机搭载空中测试设备,测试成本较低。

[0042] 图2是本发明实施例提供的一种空中测试设备200的结构示意图。参见图2,该空中测试设备200包括:

[0043] 短波天线201、第一功放模块202、第一信号源203、第一数据交换与控制模块204、第一数传电台205、飞控模块206和第一电源模块207;第一功放模块202同时与短波天线201以及第一信号源203电连接,第一数据交换与控制模块204同时与第一信号源203、第一数传电台205和飞控模块206电连接,第一功放模块202、第一信号源203、第一数据交换与控制模块204和第一数传电台205均与第一电源模块207电连接。

[0044] 短波天线201,用于与待测短波天线500通信。飞控模块206,用于获取无人机100的状态信息,并接收中心控制设备400发送的飞行控制指令,根据无人机100的状态信息和飞行控制指令控制无人机100运行。第一数据交换与控制模块204,用于获取无人机100的状态信息以及第一功放模块202的功放输出电平值,并通过第一数传电台205传输给中心控制设备400。

[0045] 其中,空中测试设备200为小型发射接收设备,以便于安装在无人机上。短波天线201采用小型化短波环天线或鞭天线,便于携带。

[0046] 其中,飞行控制指令可以由工作人员操作中心控制设备400进行设置。飞行控制指令用于设置无人机飞行路径,使其按照预订轨迹围绕被测短波天线某个等高面飞行。

[0047] 在本发明实施例中,通过短波天线201与待测短波天线500通信,同时,通过飞控模块206控制指令控制无人机100运行,在飞行轨迹的不同位置上,可以周期性地采样第一功放模块202的功放输出电平值,然后返回给中心控制设备400,从而使得中心控制设备400可以完成待测短波天线500的辐射性能。

[0048] 进一步地,在飞行过程中,空中测试设备200完成功放输出电平值的均匀时间间隔采样,飞控模块206按照相同间隔周期回传无人机状态信息。

[0049] 第一数据交换控制模块204可以先将无人机100的状态信息发送给中心控制设备400,然后中心控制设备400会发出电平查询指令,此时第一数据交换与控制模块204获取第一功放模块202的功放输出电平值并传输给中心控制设备400。

[0050] 其中,状态信息可以包括无人机的位置信息和姿态信息。位置信息可以包括高度、经纬度信息。无人机的姿态信息可以通过传感器(如陀螺仪等)实现,传感器可以为空中测试设备200的一部分。

[0051] 其中,第一电源模块207可以为电池,方便无人机携带。

[0052] 进一步地,空中测试设备200还包括:900MHz数传天线208和卫星天线209,900MHz数传天线208和卫星天线209均与飞控模块206电连接。

[0053] 其中,卫星天线209用于与卫星进行通信,例如与北斗卫星通信,从而实现对无人机的位置的定位,得到无人机100的位置信息。而900MHz数传天线208则用于与中心控制设备400通信,获取中心控制设备400发送的飞行控制指令,飞控模块206利用该飞行控制指令控制无人机100飞行。

[0054] 进一步地,第一数传电台205上连接有天线250,该天线250可以为230MHz数传天线。

[0055] 进一步地,空中测试设备200还包括设备盒,第一功放模块202、第一信号源203、第一数据交换与控制模块204和第一数传电台205设置在设备盒内,其他模块设置在设备盒外

部。

[0056] 图3是本发明实施例提供的一种射频收发设备300的结构示意图。参见图3,该射频收发设备300包括:

[0057] 第二功放模块301、第二信号源302、功率检测模块303、第二数据交换与控制模块304、第二数传电台305和第二电源模块306;第二功放模块301同时与待测短波天线500以及第二信号源302电连接,第二数据交换与控制模块304同时与第二信号源302、第二数传电台305和功率检测模块303电连接,第二功放模块301、第二信号源302、第二数据交换与控制模块304、功率检测模块303以及第二数传电台305均与第二电源模块306电连接。

[0058] 功率检测模块303,用于检测待测短波天线500的功率值。第二数据交换与控制模块304,用于接收中心控制设备400的指令,并根据指令控制待测短波天线500发射信号;当接收到中心控制设备400发送的无人机100的状态信息时,将待测短波天线500的功率值通过第二数传电台305传输给中心控制设备400。

[0059] 在本发明实施例中,第二数据交换与控制模块304通过第二功放模块301以及第二信号源302来控制待测短波天线500的收发,在此过程中,通过功率检测模块303检测待测短波天线500的功率值传输给中心控制设备400。

[0060] 具体地,中心控制设备400在接收到无人机100的状态信息时,会发出功率查询指令,第二数据交换与控制模块304在接收到该功率查询指令时,控制功率检测模块303检测待测短波天线500的功率值,并将该待测短波天线500的功率值和无人机100的状态信息打包发送给中心控制设备400。其中,功率查询指令和待测短波天线500的功率值传输均通过第二数传电台305。

[0061] 在本发明实施例中,第一信号源、第二信号源均负责短波激励信号的产生,第一功放模块、第二功放模块均负责短波激励信号的放大。

[0062] 在本发明实施例中,第二电源模块306可以提供12v直流电。

[0063] 进一步地,射频收发设备300还包括设备盒,第二功放模块301、第二信号源302、功率检测模块303、第二数据交换与控制模块304、第二数传电台305和第二电源模块306设置在设备盒内,待测短波天线以及第二数传电台连接的天线设置在设备盒外部。

[0064] 图4是本发明实施例提供的一种中心控制设备400的结构示意图。参见图4,该中心控制设备400包括:

[0065] 第三数传电台401、第三数据交换与控制模块402、上位机403、飞控模块数传电台404和第三电源模块405;第三数据交换与控制模块402同时与第三数传电台401、上位机403电连接,上位机403与飞控模块数传电台404电连接,第三数传电台401、第三数据交换与控制模块402、上位机403以及飞控模块数传电台404均与第三电源模块405电连接。

[0066] 第三数据交换与控制模块402,用于通过飞控模块数传电台404向空中测试设备200发送飞行控制指令;通过第三数传电台401接收空中测试设备200发送的功放输出电平值;通过第三数传电台401向射频收发设备300发送指令,以及接收射频收发设备300发送的待测短波天线500的功率值。上位机403,用于根据第三数据交换与控制模块402接收到的待测短波天线500的功率值和功放输出电平值,评估待测短波天线500的辐射性能。

[0067] 在本发明实施例中,第三数据交换与控制模块402一方面通过飞控模块数传电台404与空中测试设备200通信,实现对无人机100的控制;另一方面通过第三数传电台401同

时与射频收发设备300和空中测试设备200通信,获取功放输出电平值以及待测短波天线500的功率值。上位机403通过第三数据交换与控制模块402获取到的功放输出电平值以及待测短波天线500的功率值,完成对待测短波天线500的辐射性能的评估。

[0068] 上位机403内置飞行控制软件和设备控制界面软件,其中飞行控制软件内部单独生成飞行实时监视与控制界面,其内部嵌入Google地图,支持地图显示和三维显示,其支持轨迹点选模式、手动输入模式,通过设定飞行高度和飞行半径,生成飞行控制指令,可以无人机保证按照预定轨迹进行飞行。上位机403支持实时状态显示,界面右上角能够实时显示无人机姿态、高度、经纬度、圈数、速度等信息,并能在地图上方显示当前轨迹,并支持路径回放。设备控制界面由QT生成,主要实现整个测试设备流程控制,主要包括测试项设置、空中测试与地面测试选项、数据上传选项、性能评估等选项,设备控制界面QT程序能够自动调用Matlab动态链接库并能调用FEKO仿真工具生成的某型短波天线方向图进行对比和分析。

[0069] 第三数据交换与控制模块402与上位机403之间采用422串口连接,该串口用来接收上位机的控制指令并将功放输出电平值以及待测短波天线500的功率值发送给上位机403进行后处理。飞控模块数传电台404与上位机403之间通过通用串行总线(Universal Serial Bus,USB)连接。

[0070] 在本发明实施例中,第三数据交换与控制模块402,还可以用于存储空中测试设备200发送的功放输出电平值以及射频收发设备300发送的待测短波天线500的功率值。

[0071] 在存储时,可以将无人机的状态信息和功放输出电平值打包存储在一个寄存器中,将无人机的状态信息和待测短波天线500的功率值打包存储在另一个寄存器中,通过无人机的状态信息能够将功放输出电平值与待测短波天线500的功率值关联起来。

[0072] 在本发明实施例中,第三数据交换与控制模块402,还用于在超过预定时间间隔未收到空中测试设备200发送的功放输出电平值时,向空中测试设备200发送电平查询指令。

[0073] 在本发明实施例中,由于空中测试设备200会周期性地发送功放输出电平值给第三数据交换与控制模块402,因此,当超过预定时间间隔未收到空中测试设备200发送的功放输出电平值时,第三数据交换与控制模块402需要向空中测试设备200发送电平查询指令,来获取功放输出电平值。其中,周期时间可以根据需要设定,例如0.1秒。

[0074] 在本发明实施例中,上位机403,用于对待测短波天线500的功率值和功放输出电平值进行修正和拟合处理,并评估待测短波天线500的不圆度、主波瓣指向、主波瓣宽度以及前后比。

[0075] 需要说明的是,由于GPS或北斗卫星定位采用的是WGS-84大地坐标系,利用无人机进行短波天线性能测试输出处理时,必须将无人机北斗的坐标值转换为以短波天线为中心的球坐标系下对应的坐标值。首先将大地球球面坐标转换为地球直角坐标,再将地球直角坐标转换为地理坐标系。

[0076] 当利用空中测试设备200和射频收发设备300完成测试数据(待测短波天线500的功率值和功放输出电平值)抽样采集后,首先需要对测试数据进行处理得到天线阵性能指标。数据处理包括两部分内容:一是对测试数据进行修正,主要包括对测试过程中的外界干扰信号进行修正、结合机载的短波天线201的辐射特性仿真对飞行定位和飞行姿态导致的位置误差进行修正、以及对机载的短波天线201的辐射功率变化(也即射频收发设备300检测到的待测短波天线500的功率值的变化)进行修正等;二是对修正后的测试数据进行插值

拟合,具体可以采用变尺度分形插值算法,综合考虑待测短波天线500方向图函数局部细节以及整体特征,选取合适的垂直比例因子,以待插值点为中心进行前后拓展,充分利用被插值函数整体与局部在变尺度下的自相似性,得到待测短波天线500的方向图,根据该方向图得到不圆度、主波瓣指向、主波瓣宽度以及前后比等参数。

[0077] 其中,结合机载的短波天线201的辐射特性仿真对飞行定位和飞行姿态导致的位置误差进行修正包括:位置误差修正和姿态补偿两个方面。

[0078] 位置误差修正可以包括结合位置补偿算子实现被测接收天线误差因子的计算。因为理想状态下,每个采样点的位置(无人机位置)应该是与中心点(中心控制设备400和射频收发设备300的位置)的距离恒定,当无人机的位置信息存在偏差时,根据该偏差对测试数据进行补偿。姿态补偿可以包括通过仿真工具构建短波天线201在无人机平台的辐射特性仿真,结合该辐射特性仿真实现被测短波天线500误差的计算。因为理想情况下,无人机上的短波天线201应该为各向同性的理想点源,由于无人机在飞行时,存在姿态(航向角、滚转角、俯仰角)的变化,这将会导致以无人机为中心的载体坐标系下被测短波天线500所在位置对应的俯仰和方位面接收功率存在偏差,因此需要根据机载的短波天线201的辐射特性仿真结果对测试数据进行补偿。

[0079] 在本发明实施例中,中心控制设备400还可以包括差分定位站406,差分定位站406与上位机403电连接。差分定位站406与上位机403之间通过通用USB连接。差分定位站用于为中心控制设备400统一提供时间,没有额外的GPS模块,可以保证时间的同步与统一。

[0080] 进一步地,中心控制设备400还可以包括开关电源407,开关电源407的输入端与第三电源模块405电连接,开关电源407的两个输出端分别与第三数传电台401以及第三数据交换与控制模块402电连接。

[0081] 在本发明实施例中,射频收发设备300还与标准短波天线201连接,射频收发设备300还用于检测标准短波天线201的功率值,将检测到的标准短波天线201的功率值传输给中心控制设备400。

[0082] 中心控制设备400还用于根据待测短波天线500的功率值和标准短波天线201的功率值,评估待测短波天线500的增益性能。

[0083] 由于待测短波天线500的增益性能需要与标准短波天线201进行对比,所以测试增益性能时,需要分两个阶段,一个阶段测试待测短波天线500的数据,另一个阶段测试标准短波天线201的数据,根据两个阶段的测试数据来确定待测短波天线500的增益性能。需要说明的是,两个阶段中,无人机的飞行轨迹设置相同。

[0084] 其中,标准短波天线201包括垂直极化天线准标准天线和水平极化天线准标准天线,其中,水平极化天线准标准天线采用长度和架设高度可调的半波长偶极子天线。通过测试准标准天线电磁波能量分布情况,与待测短波天线500电磁波能量分布情况进行对比,获得待测短波天线500的增益性能。

[0085] 进一步地,中心控制设备400还包括设备盒,第三数传电台401、第三数据交换与控制模块402和开关电源407设置在设备盒内,其他模块设置在设备盒外部。

[0086] 在本发明实施例中,第一、第二及第三数据交换与控制模块均可以包括数据交换与控制板和内存卡。

[0087] 进一步地,在测试开始时,工作人员通过上位机设置中心控制设备400的工作状态

为空中测试评估模式,中心控制设备400自检,并上传自检信息。工作人员利用上位机设置空中无人机的飞行轨迹参数。设置无人机空中测试设备200为发送状态,射频收发设备300为接收状态,同时控制无人机起飞。然后,完成短波天线的性能测试。

[0088] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

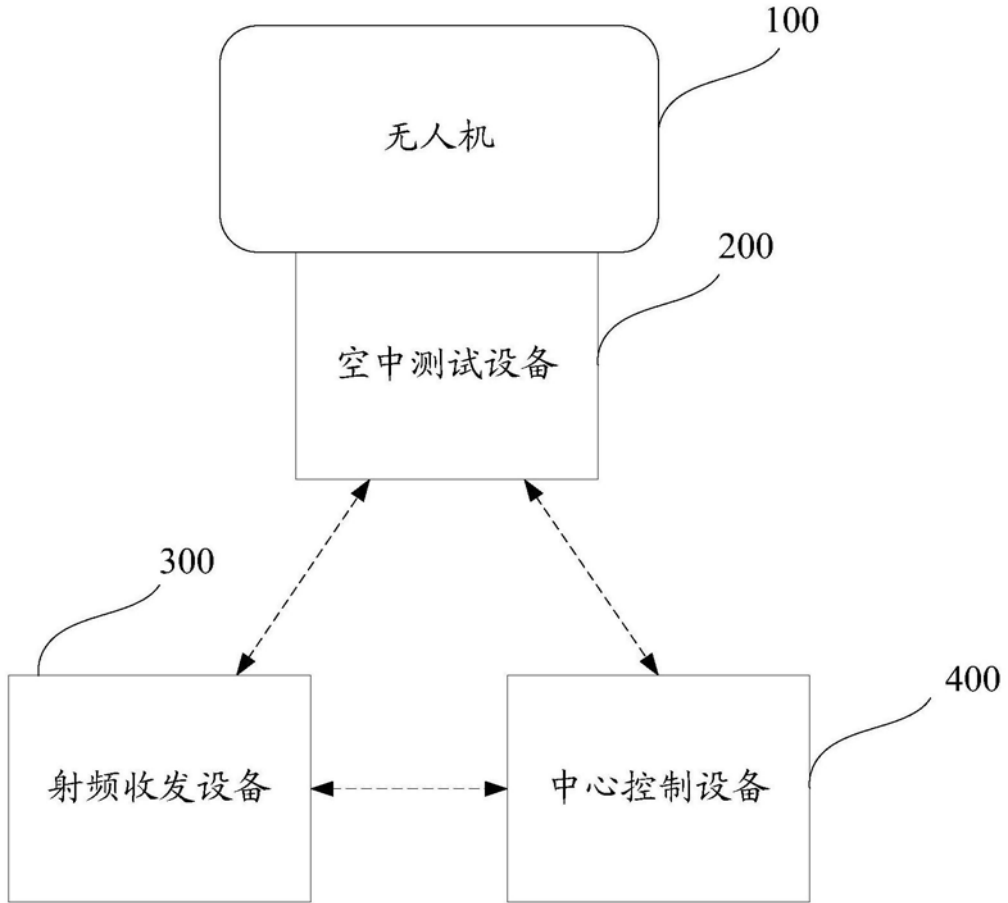


图1

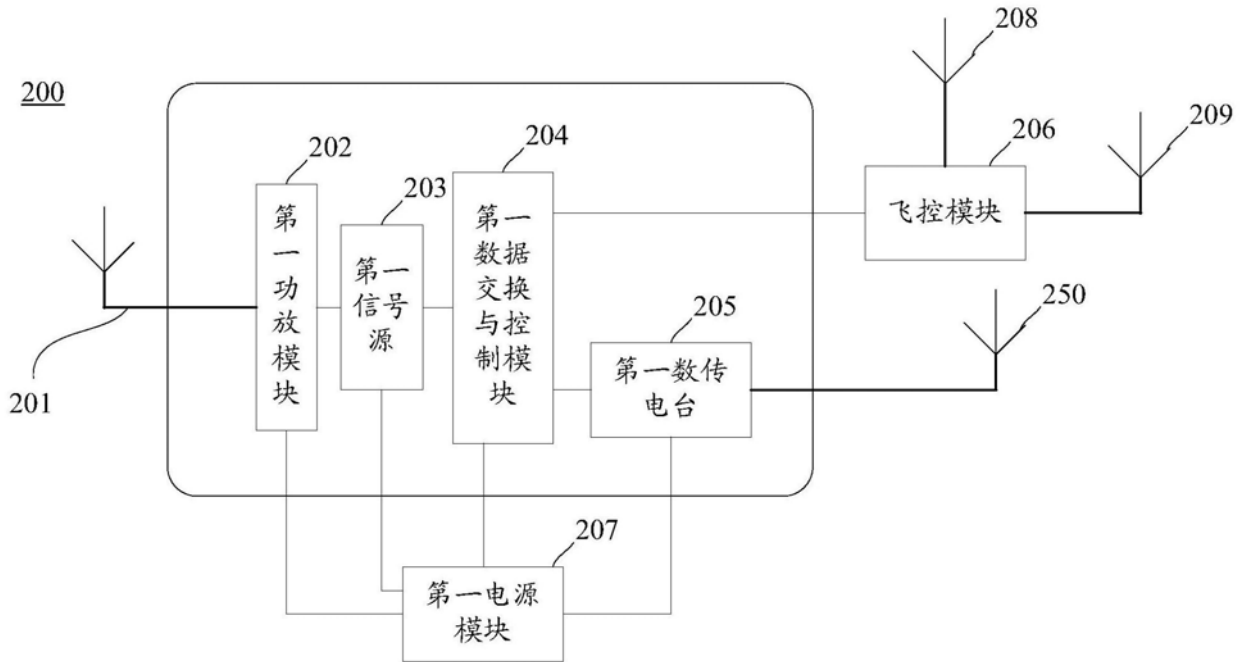


图2

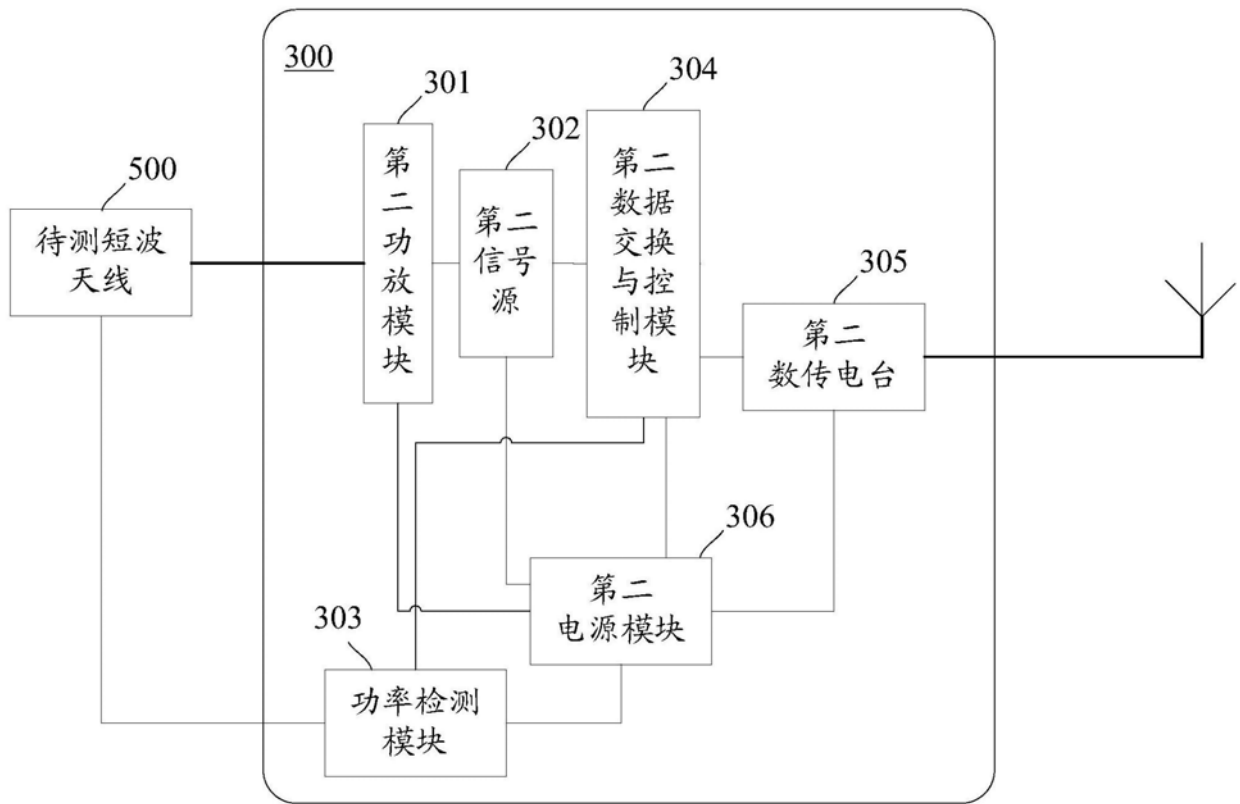


图3

400

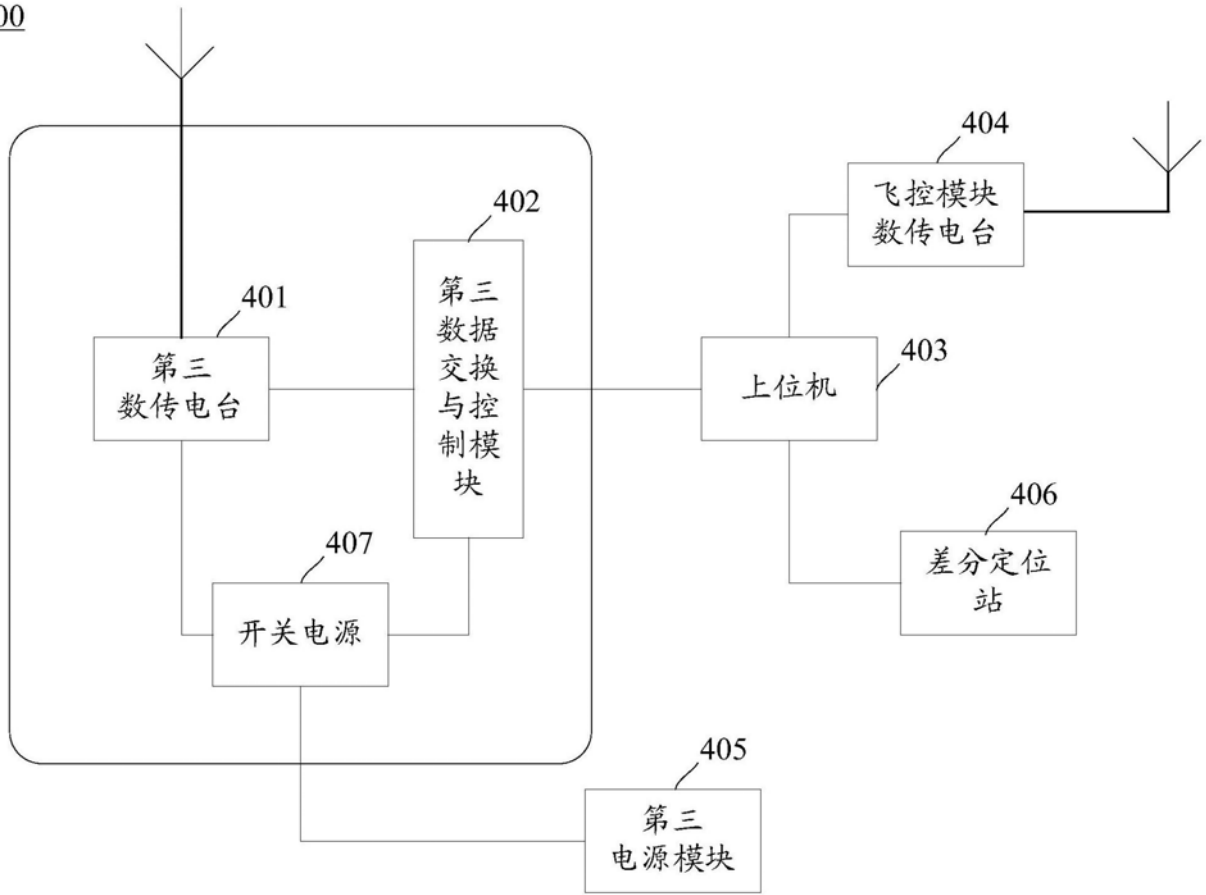


图4