



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103066388 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 24

(21) 申请号 201110317783. 2

(22) 申请日 2011. 10. 19

(71) 申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市白下区御道街
29 号

(72) 发明人 胡洲 王志胜 刘建中 陈照海
宋飞飞 刘小芳

(51) Int. Cl.

H01Q 3/08 (2006. 01)

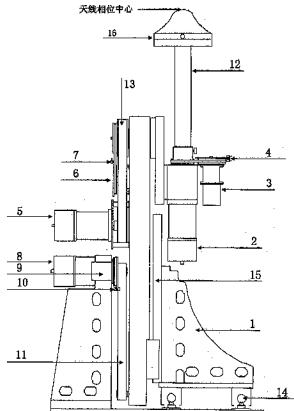
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

两自由度天线测试机器人

(57) 摘要

本发明设计一种保持相位中心不变的新型两自由度天线测试机器人，属于常规天线测试领域。其特征在于：包括安装在主体支架(1)上的方位运动模块，俯仰运动模块和补偿运动模块。方位运动模块用于调节天线极化角，俯仰运动模块用于调节天线俯仰角，补偿运动模块用于弥补俯仰运动产生的天线相位中心偏差，使被测天线相位中心的位置保持不变。两自由度天线测试机器人除电机和传感器外，全部由环氧树脂、陶瓷轴承和尼龙螺钉等非金属复合材料制作而成，对天线测试干扰小。本发明用于天线测试时，无需在设备外围安装微波吸收外罩，适合于对天线性能有较高测试要求的应用场合。



1. 一种保持相位中心不变的两自由度天线测试机器人，其特征在于：包括安装在主体支架(1)上的方位运动模块，俯仰运动模块和补偿运动模块。方位运动模块由方向轴驱动系统(2)，方位轴位置检测传感器(3)，方位轴电气限位装置(4)组成；俯仰运动模块由俯仰轴驱动系统(5)，俯仰轴角位置检测传感器(6)，俯仰轴电气限位装置(7)组成，俯仰轴运动通过皮带装置(13)传动；补偿运动模块由补偿轴驱动系统(8)，补偿轴角位置检测传感器(9)，补偿轴电气限位装置(10)，补偿连接臂(11)，水平导轨(14)，垂直导轨(15)组成；天线安装支架(12)上安装有被测天线(16)。

2. 根据权利要求1所述的两自由度天线测试机器人，其特征在于：所述转台主体支架(1)完全由环氧树脂精确加工而成，没有任何金属部件。

3. 根据权利要求1所述的两自由度天线测试机器人，其特征在于：所述方位轴驱动系统(2)，俯仰轴驱动系统(5)，补偿轴驱动系统(8)采用高性能直流力矩电机和高精度减速装置装配组合而成；除此之外，所有传动部件采用陶瓷轴承和尼龙螺钉等非金属元件构成，减小机器人对天线测试信号的干扰。

4. 根据权利要求1所述的两自由度天线测试机器人，其特征在于：所述方位轴角位置检测传感器(3)，俯仰轴角位置检测传感器(6)和补偿轴角位置检测传感器(9)全部采用14位高精度绝对式光电编码器采集各轴角位置信号，保证各轴的测量精度在0.1度以内，该传感器采用RS485总线进行信号传输。

5. 根据权利要求1所述的两自由度天线测试机器人，其特征在于：所述方位轴电气限位装置(4)，俯仰轴电气限位装置(7)和补偿轴电气限位装置(10)均采用高灵敏度光电开关检测通道运动极限位置，为天线测试机器人各运动通道提供电气保护。

6. 根据权利要求1所述的两自由度天线测试机器人，其特征在于：所述补偿运动模块通过补偿连接臂(11)补偿俯仰运动造成的天线相位中心偏移，满足天线测试过程中天线相位中心必须保持不变的要求。

两自由度天线测试机器人

技术领域

[0001] 本发明专利设计一种保持相位中心不变的两自由度天线测试机器人，属于常规天线测试领域。

背景技术

[0002] 天线是无线设备发射和接收无线电信号必不可少的设备，它的优劣直接影响无线设备性能的好坏，对天线性能的测试有着重要的影响。在天线测试过程中需要对天线的极化角、俯仰角进行精确定位，以测试天线在空间各个方向接收无线电信号的能力。最原始的天线测试通过人工手动进行，其测量周期长、误差大，因此需要有专门的测试系统对天线性能进行测试，后来改用电动转台调节天线的极化角和俯仰角。

[0003] 为了保证相位中心不变，通常俯仰运动需要采用圆弧导轨部件，使其可以旋转0～90度。该设备存在如下不足：其一，整个设备采用金属部件构造，在天线周边范围内存在的金属部件越多，对天线测试造成的干扰就越大；其二，设备部件庞大，制造成本高，安装调试困难。

[0004] 鉴于传统电动转台的不足，本发明摒弃圆弧导轨方案，采用机器人的俯仰运动加补偿运动方法等效实现传统电动转台的俯仰运动，同时保证相位中心不变。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种无圆弧导轨，对天线测试影响小的测试设备，该设备可以完全取代正在使用的基于圆弧导轨的天线测试转台。

[0006] 本发明公开一种保持相位中心不变的两自由度天线测试机器人，其特征在于：机器人主体支架上装配有方位运动模块，俯仰运动模块和补偿运动模块。方位运动模块由方向轴驱动系统，方位轴位置检测传感器，方位轴电气限位装置组成；俯仰运动模块由俯仰轴驱动系统，俯仰轴角位置检测传感器，俯仰轴电气限位装置组成，俯仰轴运动通过皮带装置传动；补偿运动模块由补偿轴驱动系统，补偿轴角位置检测传感器，补偿轴电气限位装置，补偿连接臂，水平导轨，垂直导轨组成；天线安装支架上安装有被测天线。

[0007] 两自由度天线测试机器人主体支架完全由环氧树脂精确加工而成，没有任何金属部件。

[0008] 机器人的方位轴驱动系统，俯仰轴驱动系统，补偿轴驱动系统采用高性能直流力矩电机和高精度减速装置装配组合而成；除此之外，所有传动部件采用陶瓷轴承和尼龙螺钉等非金属元件构成，减小机器人对天线测试信号的干扰。

[0009] 方位轴角位置检测传感器，俯仰轴角位置检测传感器和补偿轴角位置检测传感器全部采用14位高精度绝对式光电编码器采集各轴角位置信号，确保对各运动轴的测量精度在0.1度以内，该传感器采用RS485总线进行信号传输。

[0010] 补偿运动模块通过补偿连接臂补偿俯仰运动造成的天线相位中心偏移，以满足天线测试过程中天线相位中心必须保持不变的要求。

[0011] 采用高灵敏度光电开关检测各轴运动极限位置,为机器人运动轴提供电气限位保护,保证机器人在各种工况下的安全性,机器人不会发生意外飞车情况。

[0012] 本发明公开的装置的优点描述如下:

[0013] (1) 高仿真性。由于环氧树脂、陶瓷轴承、尼龙螺钉等非金属材料对微波的反射作用极小,所以用这类材料构成的装置非常适合运用在微波天线测试领域。使用环氧树脂作为转台主体结构材料,可以保证在不影响结构强度的前提下,对天线性能测试结果的置信度在传统方法的基础上提高 5% 左右。

[0014] (2) 轻便性。由于环氧树脂和尼龙这些复合材料相比钢铁的密度低很多,加上两自由度天线测试机器人结构紧凑,使得两自由度天线测试机器人整机结构重量只有传统转台的一半,方便运输、安装和调试。

[0015] (3) 精确性。严格的结构设计保证对相位中心偏差补偿十分精确,使安装在机器人上的天线始终保持相位中心不变。在实际运行中,相位中心误差保证在半径不大于 1 毫米的球形空间内。

[0016] (4) 经济性。传统电动天线测试转台采用圆弧导轨作为俯仰轴,成本高昂,本发明采用补偿方案等效实现俯仰角位置的调节,使成本大幅降低。大约为传统方法的二分之一。

附图说明

[0017] 图 1 为俯仰轴为 0° 时,两自由度天线测试机器人侧视图

[0018] 1 : 转台主体安装架,2 : 方向轴驱动系统,3 : 方位轴角位置检测传感器,4 : 方位轴运动限位装置,5 : 俯仰轴驱动系统,6 : 俯仰轴角位置检测传感器,7 : 俯仰轴运动限位装置,8 : 补偿轴驱动系统,9 : 补偿轴角位置检测传感器,10 : 补偿轴运动限位装置,11 : 俯仰轴补偿连接臂,12 : 天线安装支架,13 : 俯仰运动皮带传动装置,14 : 水平导轨,15 : 垂直导轨,16 : 被测天线。

[0019] 图 2 为俯仰轴为 90° 时,两自由度天线测试机器人前视图

具体实施方式

[0020] 两自由度天线测试机器人有两个独立的运动自由度,方位运动自由度和俯仰运动自由度。补偿运动用于弥补俯仰轴运动所造成的相位中心偏差,本身不产生独立的运动自由度。通过设置方位轴的角度给定值(输入范围 0.0° ~ 360.0°),方位轴驱动系统将驱动方位轴转动,在运动的过程中,由方位轴角位置检测传感器实时监测上传转动的角度,机器人控制系统根据方位轴的角度给定值和反馈值控制方位轴的转动,转动精度为 0.1°,运动速度 1° /s 到 20° /s 之间可调。如果方位运动超过正常运行范围(0.0° ~ 360.0°),方位轴运动限位装置产生电信号脉冲给机器人控制系统,作用于方位轴运动电气限位。

[0021] 通过设置俯仰轴的角度给定值(输入范围 0.0 ~ 90.0°),俯仰轴驱动系统将驱动俯仰轴转动,在运动的过程中,由俯仰轴角位置检测传感器实时监测上传转动的角度,机器人控制系统根据俯仰轴的角度给定值和反馈值控制俯仰轴的转动,转动精度为 0.1°,运动速度 1° /s 到 10° /s 之间可调。在俯仰轴转动的同时,控制系统自动设定补偿轴的角度转动给定值(该值与俯仰轴相片等),然后补偿轴自行与俯仰轴同步运动,实施角度补偿,使天线相位中心不变。图 2 所示为俯仰轴为 90° 且完成补偿后的状态,通过对比可看

出,和图1俯仰轴位置停留在 0° 时相比,天线相位中心位置保持不变。实际测试表明,在机器人的整个行程范围内,天线相位中心误差可以始终保持在半径不超过1毫米的球形空间内。

[0022] 具体工作原理

[0023] 在天线测试过程中需要对天线的极化角、俯仰角进行精确定位,以测试天线在空间各个方向接收无线电信号的能力。天线极化角调节由机器人的方位轴运动实现,天线俯仰角调节由机器人的俯仰轴运动和补偿轴运动实现。单独的俯仰轴运动会导致天线相位中心产生与俯仰轴等角度的圆弧偏转运动,同时补偿轴驱动补偿臂产生与天线相位中心等角度的反向圆弧运动,对天线相位中心的圆弧偏转运动进行了补偿,从而保持天线相位中心始终不变。

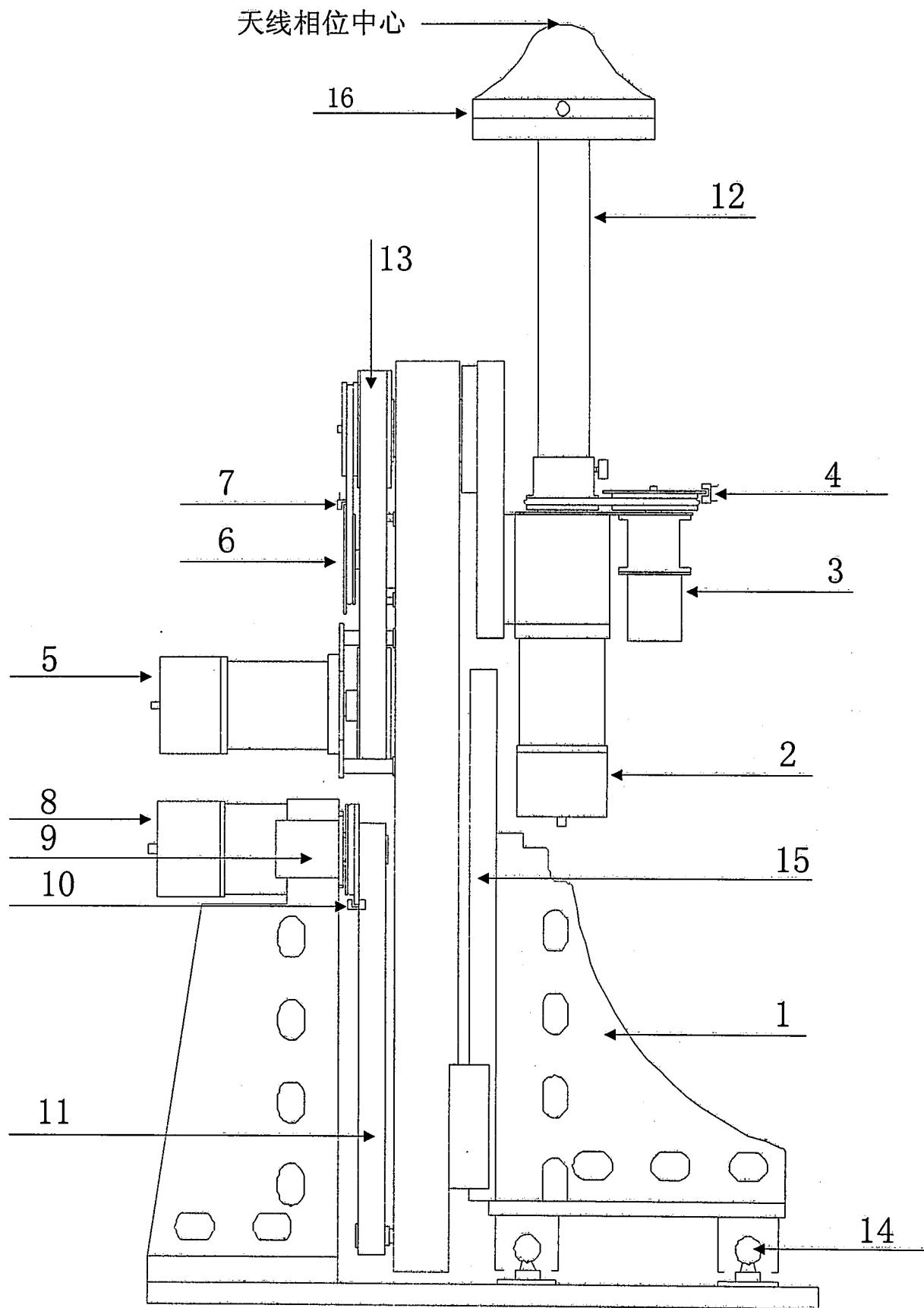


图 1

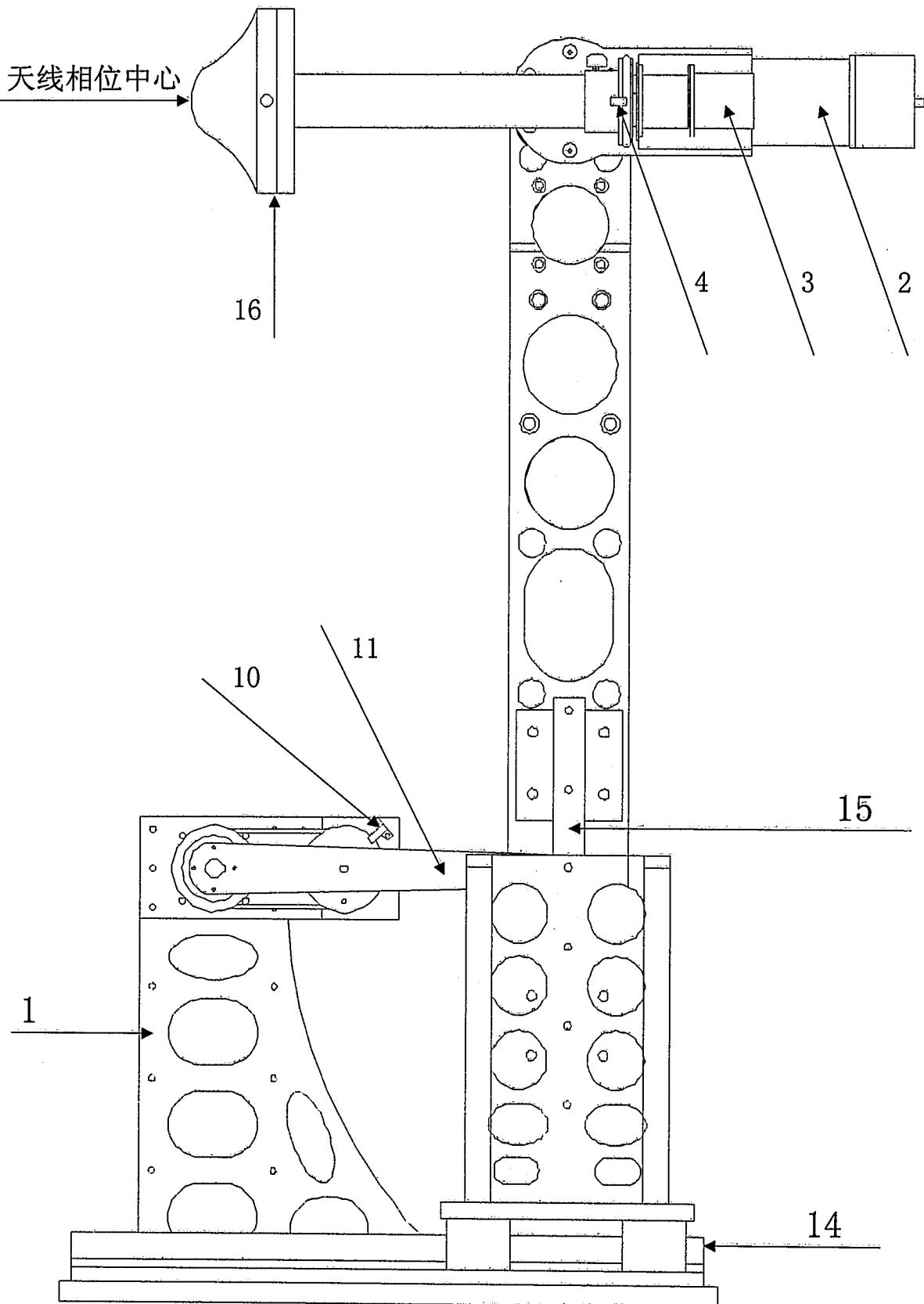


图 2