



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108088570 B

(45)授权公告日 2020.02.21

(21)申请号 201611038354.0

(22)申请日 2016.11.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108088570 A

(43)申请公布日 2018.05.29

(73)专利权人 北京遥感设备研究所
地址 100854 北京市海淀区永定路51号

(72)发明人 吴海涵 赵崇辉 崔广斌

(74)专利代理机构 中国航天科工集团公司专利
中心 11024
代理人 岳洁菱 张国虹

(51)Int.Cl.
G01J 5/10(2006.01)

(56)对比文件

CN 105606906 A, 2016.05.25,
CN 105372610 A, 2016.03.02,
CN 1176380 A, 1998.03.18,
US 2016/0139258 A1, 2016.05.19,
赖光霁.“基于码分复用的相控阵雷达内定
标技术”.《遥测遥控》.2013,第34卷(第4期),第
6-11页.

审查员 何洋

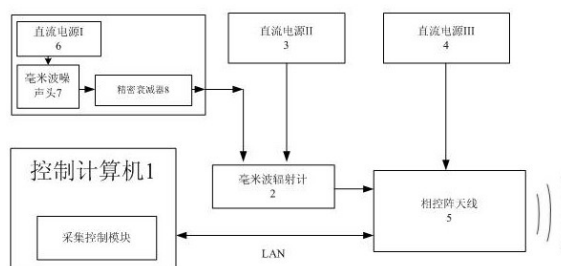
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种基于相控阵扫描体制的辐射计成像方
法

(57)摘要

本发明公开了一种基于相控阵扫描体制的辐射计成像方法,包括:控制计算机(1)、毫米波辐射计(2)、直流电源Ⅱ(3)、直流电源Ⅲ(4)、相控阵天线(5)、直流电源I(6)、毫米波噪声头(7)和精密衰减器(8)。在直流电源I的+28V直流电压激励下,毫米波噪声头在所需毫米波段产生准确标定的噪声温度输出,经过毫米波手动调节精密衰减器输出所需的噪声温度。控制计算机(1)控制相控阵天线波束切换,进行二维图像采集和存储。本发明与传统辐射计成像方法相比,只需一根辐射计,且无需伺服机构,具有设备简单、操作简便、测试等效噪声温度可调等优点。



1. 一种基于相控阵扫描体制的辐射计成像方法,其特征在于具体步骤为:

第一步搭建基于相控阵扫描体制的辐射计成像系统

基于相控阵扫描体制的辐射计成像系统,包括:控制计算机(1)、毫米波辐射计(2)、直流电源Ⅱ(3)、直流电源Ⅲ(4)、相控阵天线(5)、直流电源I(6)、毫米波噪声头(7)和精密衰减器(8);

直流电源I(6)的28V电压输出端与毫米波噪声头(7)的输入端连接;毫米波噪声头(7)的噪声温度输出端与精密衰减器(8)的输入端连接;精密衰减器(8)的输出端与毫米波辐射计(2)的输入端连接;毫米波辐射计(2)的输出端与相控阵天线(5)连接;直流电源Ⅱ(3)的输出端与毫米波辐射计(2)的直流偏置端连接,直流电源Ⅲ(4)的输出端与相控阵天线(5)连接;直流电源Ⅱ(3)的输出电压调节范围为0-25V,直流电源Ⅲ(4)的输出电压56V;

其中控制计算机(1)内包含采集控制模块,采集控制模块的功能为:控制相控阵天线(5)波束切换,进行二维图像采集和存储;

第二步开机预热与稳定工作状态

进行开机预热稳定操作,设定所需电压值,并连接到相应的偏置端口;待毫米波辐射计(2)、三个直流电源和相控阵天线(5)工作状态稳定后,再进行测试流程;

第三步确定扫描点数与坐标

根据扫描间隔角度确定毫米波辐射计(2)扫描图像的方位向坐标与俯仰向坐标;设扫描间隔为 θ ,方位向与俯仰向扫描角度范围分别为 α 、 β ;则方位向、俯仰向扫描点数 m 、 n 分别为

$$m = \left\lceil \frac{\alpha}{\theta} \right\rceil + 1, \quad n = \left\lceil \frac{\beta}{\theta} \right\rceil + 1 \quad (1)$$

其中 $\lceil \rceil$ 表示向下取整;每点坐标分别为

$$\begin{aligned} m_i &= -\frac{\alpha}{2} + i * \theta & i \in [0, m] \\ m_j &= -\frac{\alpha}{2} + j * \theta & j \in [0, n] \end{aligned} \quad (2)$$

第四步采集控制模块标定毫米波辐射计(2)与相控阵天线(5)

采集控制模块进行毫米波辐射计(2)与相控阵天线(5)标定;将相控阵天线(5)对准70℃高温恒温源,采集得到70℃高温恒温源定标数据 $vecHot[mn]$;然后将相控阵天线(5)对准-10℃低温恒温源,采集得到-10℃低温恒温源定标数据 $vecCold[mn]$;得低温平均值:

$$AveCold = (\sum_{i=1}^{mn} vecCold[i]) / mn \quad (3)$$

AveCold:低温平均值;

$vecCold[i]$:第 i 路低温数值;

高温与低温差值平均值:

$$DiffAve = [\sum_{i=1}^{mn} (vecHot[i] - vecCold[i])] / mn \quad (4)$$

DiffAve:高温与低温差值平均值;

$vecHot[i]$:第 i 路高温数值;

第五步标定目标图像

采集目标图像,得到图像数据 $OriginalData[mn]$,最后对目标图像进行定标补偿,对每一毫米波辐射计(2)点进行单独补偿:

$$CompensateData[i] = AveCold - DiffAve * \frac{OriginalData[i] - vecCold[i]}{vecHot[i] - vecCold[i]} \quad (5)$$

$CompensateData[i]$:第i路内定标补偿后数据;

$OriginalData[i]$:第i路内定标补偿前数据;

$AveCold$:低温平均值;

$DiffAve$:高温与低温差值平均值;

最后将 $CompensateData[i]$ 合成得到补偿后的数据 $CompensateData[mn]$,完成内定标。

一种基于相控阵扫描体制的辐射计成像方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种辐射计成像方法,特别是一种基于相控阵扫描体制的辐射计成像方法。

背景技术

[0002] 单一辐射计只能对指向点反馈温度信号,若要使用辐射计在二维平面内成像,目前主要使用多个辐射计组成的辐射计阵列和运动伺服机构完成的,辐射计的数量决定了一个维度的分辨率,运动伺服的运动幅度决定了另一个维度。这种方法需要较多的辐射和专用运动机构,成本较高,多辐射计之间存在温度漂移,定标复杂,而且成像范围和分辨难以改变。这种测试方法存在测试设备及测试环境复杂、对辐射源温度一致性要求高、测试时间长、效率低等问题。

发明内容

[0003] 本发明目的在于提供一种基于相控阵扫描体制的辐射计成像方法,解决采用传统测试方法辐射计之间温度一致性要求高、测试流程复杂、测试时间长、效率低的问题。

[0004] 一种基于相控阵扫描体制的辐射计成像方法,其具体步骤为:

[0005] 第一步搭建基于相控阵扫描体制的辐射计成像系统

[0006] 基于相控阵扫描体制的辐射计成像系统,包括:控制计算机、毫米波辐射计、直流电源Ⅱ、直流电源Ⅲ、相控阵天线、直流电源Ⅰ、毫米波噪声头和精密衰减器。

[0007] 直流电源Ⅰ的28V电压输出端与毫米波噪声头的输入端连接;毫米波噪声头的噪声温度输出端与精密衰减器的输入端连接;精密衰减器的输出端与毫米波辐射计的输入端连接;毫米波辐射计的输出端与相控阵天线连接;直流电源Ⅱ的输出端与毫米波辐射计的直流偏置端连接。直流电源Ⅱ的输出电压调节范围为0-25V,直流电源Ⅲ的输出电压56V。

[0008] 其中控制计算机内包含采集控制模块,采集控制模块的功能为:控制相控阵天线波束切换,进行二维图像采集和存储。

[0009] 第二步开机预热与稳定工作状态

[0010] 进行开机预热稳定操作,设定所需电压值,并连接到相应的偏置端口。待毫米波辐射计、三个直流电源和相控阵天线工作状态稳定后,再进行测试流程。

[0011] 第三步确定扫描点数与坐标

[0012] 根据扫描间隔角度确定毫米波辐射计扫描图像的方位向坐标与俯仰向坐标。设扫描间隔为 θ ,方位向与俯仰向扫描角度范围分别为 α 、 β 。则方位向、俯仰向扫描点数 m 、 n 分别为

$$[0013] \quad m = \left\lfloor \frac{\alpha}{\theta} \right\rfloor + 1, \quad n = \left\lfloor \frac{\beta}{\theta} \right\rfloor + 1 \quad (1)$$

[0014] 其中 $\lfloor \cdot \rfloor$ 表示向下取整。每点坐标分别为

$$\begin{aligned}
 m_i &= -\frac{\alpha}{2} + i * \theta & i \in [0, m] \\
 m_j &= -\frac{\alpha}{2} + j * \theta & j \in [0, n]
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

[0016] 第四步采集控制模块标定毫米波辐射计与相控阵天线

[0017] 采集控制模块进行毫米波辐射计与相控阵天线标定。将相控阵天线对准70℃高温恒温源,采集得到70℃高温恒温源定标数据vecHot[mn];然后将相控阵天线对准-10℃低温恒温源,采集得到-10℃低温恒温源定标数据vecCold[mn];得低温平均值:

$$AveCold = (\sum_{i=1}^{mn} vecCold[i]) / mn \tag{3}$$

[0019] AveCold:低温平均值;

[0020] vecCold[i]:第i路低温数值;

[0021] 高温与低温差值平均值:

$$DiffAve = [\sum_{i=1}^{mn} (vecHot[i] - vecCold[i])] / mn \tag{4}$$

[0023] DiffAve:高温与低温差值平均值;

[0024] vecHot[i]:第i路高温数值;

[0025] 第五步标定目标图像

[0026] 采集目标图像,得到图像数据OriginalData[mn],最后对目标图像进行定标补偿,对每一毫米波辐射计点进行单独补偿:

$$CompensateData[i] = AveCold - DiffAve * \frac{OriginalData[i] - vecCold[i]}{vecHot[i] - vecCold[i]} \tag{5}$$

[0028] CompensateData[i]:第i路内定标补偿后数据;

[0029] OriginalData[i]:第i路内定标补偿前数据;

[0030] AveCold:低温平均值;

[0031] DiffAve:高温与低温差值平均值;

[0032] 最后将CompensateData[i]合成得到补偿后的数据CompensateData[mn],完成内定标。

[0033] 本方法提出了基于相控阵扫描体制的辐射计成像方法,实现了小体积、高测量精度成像和测试时间短的需求。直流电源I供给毫米波噪声头所需的28V直流电压,在28V直流电压的激励下,毫米波噪声头在所需毫米波段产生准确标定的噪声温度输出,经过毫米波手动调节精密衰减器输出所需的噪声温度。毫米波手动调节精密衰减器可以在机箱外部手动旋钮的控制下完成不同衰减量的变化,从而输出不同的噪声温度,该输出噪声温度将作为辐射计温度灵敏度测量的基准。控制计算机中的采集控制模块控制相控阵天线波束切换,进行二维图像采集和存储。本发明提出的辐射计成像方法能够简化测试流程,提高测试效率、降低测试成本。

附图说明

[0034] 图1一种基于相控阵扫描体制的辐射计成像方法系统组成示意图;

[0035] 1.控制计算机 2.毫米波辐射计 3.直流电源Ⅱ 4.直流电源Ⅲ 5.相控阵天线 6.直流电源I 7.毫米波噪声头 8.精密衰减器

具体实施方式

[0036] 一种基于相控阵扫描体制的辐射计成像方法,其具体步骤为:

[0037] 第一步搭建基于相控阵扫描体制的辐射计成像系统

[0038] 基于相控阵扫描体制的辐射计成像系统,包括:控制计算机1、毫米波辐射计2、直流电源Ⅱ3、直流电源Ⅲ4、相控阵天线5、直流电源I6、毫米波噪声头7和精密衰减器8。

[0039] 直流电源I6的28V电压输出端与毫米波噪声头7的输入端连接;毫米波噪声头7的噪声温度输出端与精密衰减器8的输入端连接;精密衰减器8的输出端与毫米波辐射计2的输入端连接;毫米波辐射计2的输出端与相控阵天线5连接;直流电源Ⅱ3的输出端与毫米波辐射计2的直流偏置端连接。直流电源Ⅱ3的输出电压调节范围为0-25V,直流电源Ⅲ4的输出电压56V。

[0040] 其中控制计算机1内包含采集控制模块,采集控制模块的功能为:控制相控阵天线5波束切换,进行二维图像采集和存储。

[0041] 第二步开机预热与稳定工作状态

[0042] 进行开机预热稳定操作,设定所需电压值,并连接到相应的偏置端口。待毫米波辐射计2、三个直流电源和相控阵天线5工作状态稳定后,再进行测试流程。

[0043] 第三步确定扫描点数与坐标

[0044] 根据扫描间隔角度确定毫米波辐射计2扫描图像的方位向坐标与俯仰向坐标。设扫描间隔为 θ ,方位向与俯仰向扫描角度范围分别为 α 、 β 。则方位向、俯仰向扫描点数 m 、 n 分别为

$$[0045] \quad m = \left\lfloor \frac{\alpha}{\theta} \right\rfloor + 1, \quad n = \left\lfloor \frac{\beta}{\theta} \right\rfloor + 1 \quad (1)$$

[0046] 其中 $\lfloor \cdot \rfloor$ 表示向下取整。每点坐标分别为

$$[0047] \quad \begin{aligned} m_i &= -\frac{\alpha}{2} + i * \theta & i \in [0, m] \\ m_j &= -\frac{\alpha}{2} + j * \theta & j \in [0, n] \end{aligned} \quad (2)$$

[0048] 第四步采集控制模块标定毫米波辐射计2与相控阵天线5

[0049] 采集控制模块进行毫米波辐射计2与相控阵天线5标定。将相控阵天线5对准70℃高温恒温源,采集得到70℃高温恒温源定标数据 $vecHot[mn]$;然后将相控阵天线5对准-10℃低温恒温源,采集得到-10℃低温恒温源定标数据 $vecCold[mn]$;得低温平均值:

$$[0050] \quad AveCold = \left(\sum_{i=1}^{mn} vecCold[i] \right) / mn \quad (3)$$

[0051] AveCold:低温平均值;

[0052] $vecCold[i]$:第 i 路低温数值;

[0053] 高温与低温差值平均值:

[0054]
$$DiffAve = [\sum_{i=1}^{mn} (vecHot[i] - vecCold[i])] / mn \quad (4)$$

[0055] DiffAve:高温与低温差值平均值;

[0056] vecHot[i]:第i路高温数值;

[0057] 第五步标定目标图像

[0058] 采集目标图像,得到图像数据OriginalData[mn],最后对目标图像进行定标补偿,对每一毫米波辐射计2点进行单独补偿:

[0059]
$$CompensateData[i] = AveCold - DiffAve * \frac{OriginalData[i] - vecCold[i]}{vecHot[i] - vecCold[i]} \quad (5)$$

[0060] CompensateData[i]:第i路内定标补偿后数据;

[0061] OriginalData[i]:第i路内定标补偿前数据;

[0062] AveCold:低温平均值;

[0063] DiffAve:高温与低温差值平均值;

[0064] 最后将CompensateData[i]合成得到补偿后的数据CompensateData[mn],完成内定标。

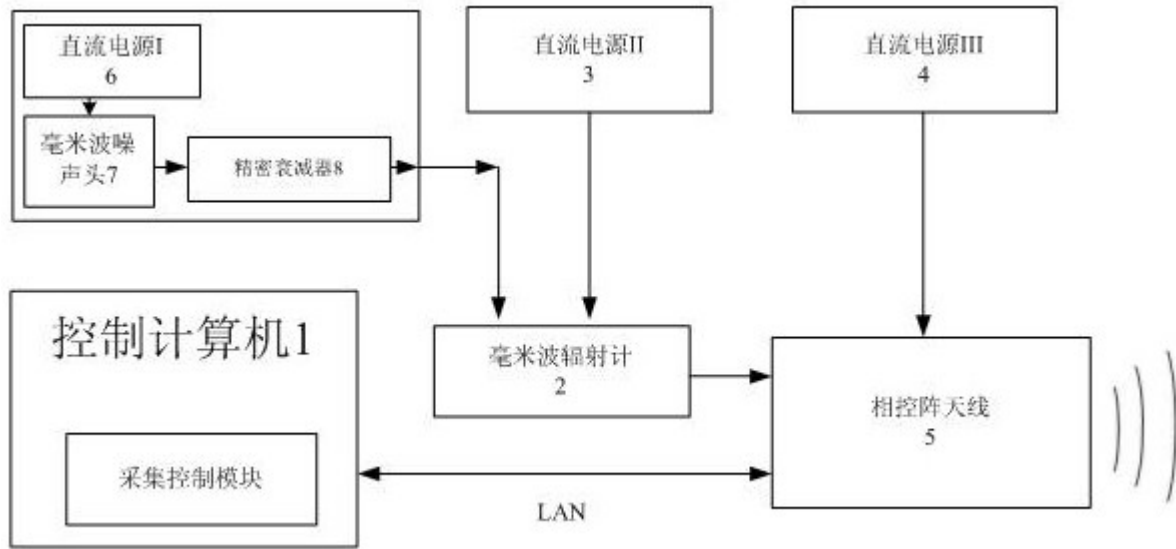


图1