



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103674898 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 13

(21) 申请号 201310683938. 3

(22) 申请日 2013. 12. 13

(73) 专利权人 中国电子科技集团公司第四十一研究所

地址 266555 山东省青岛市经济技术开发区
香江路 98 号

(72) 发明人 颜振 刘伟 王亚海 常庆功
张文涛 杜刘革 赵锐 胡大海
周扬

(74) 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246

代理人 龚燮英

(51) Int. Cl.

G01N 21/47(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202256192 U, 2012. 05. 30,

US 2012/0139779 A1, 2012. 06. 07,

CN 103335951 A, 2013. 10. 02,

江岩等. 基于矢量网络分析的材料反射率测试方法研究. 《国外电子测量技术》. 2013, 第 32

卷(第 8 期), 19-22.

郭寅生等. 雷达吸波材料反射率的现场测量. 《上海大学学报(自然科学版)》. 2012, 第 18 卷(第 3 期), 251-255.

V. N. Bringi 等. Correcting C-Band Radar Reflectivity and Differential Reflectivity Data for Rain Attenuation: A Self-Consistent Method With Constraints. 《IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING》. 2001, 第 39 卷(第 9 期), 1906-1915.

审查员 李鹏飞

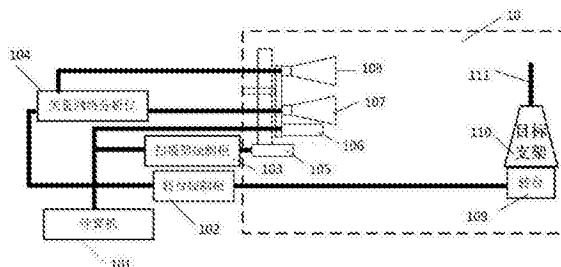
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于激光测距的反射率测试自动校正方法

(57) 摘要

本发明提供一种基于激光测距的反射率测试自动校正方法, 包括主控计算机、矢量网络分析仪、扫描架、激光测距仪、收发天线、收发天线支架、双轴转台、被测目标和目标支架, 运用 RCS 法测量材料反射率时, 为了达到更高的精度和准确度, 要求样板法向平行于收发天线口面法向。采用上述方案, 可实现更高的测量准确度, 并且实现样板校正自动化, 节省校正时间, 在反射率 RCS 测试领域具有很好的推广和使用价值。



1. 一种基于激光测距的反射率测试自动校正方法,其特征在于,依次包括以下步骤:

步骤1:将激光测距仪及收发天线固定在扫描架天线支架上,并利用收发天线支架将收发天线固定于指定位置以保证天线口面平行于扫描架的水平及竖直的运动平面;

步骤2:放置样板于双轴转台支架上,设置样板平面朝向应与转台俯仰方向一致,并在其金属面和待测面中心位置做一标记点;

步骤3:利用矢量网络分析仪粗略调整转台水平角度,移动扫描架使激光测距仪激光点打到反射板区域,设置转台以5度为间隔水平旋转360度并运用矢网进行一步一停点频扫描,读取回波数据记录最大回波对应的角度值,将转台转至最大回波对应角度值,读取此时激光测距仪数据 j_1 ;

步骤4:运用激光测距仪精确调整转台俯仰角度,根据预定设置竖直移动扫描架一定距离 d_1 ,读取激光测距仪数据 j_2 ,则转动转台俯仰角度为 $\arctan((j_2-j_1)/d_1)$,反向移动扫描架 $-d_1$ 进行同样操作,进行往返操作直至 j_2 与 j_1 差距小于 $0.001m$;

步骤5:读取此时激光测距仪数据 j_3 ,根据软件设置水平移动扫描架一定距离 d_2 ,读取激光测距仪数据 j_4 ,转动转台水平角度 $\arctan((j_4-j_3)/d_2)$,反向移动扫描架 $-d_2$ 进行同样操作,往返操作直至 j_3 与 j_4 差距小于 $0.001m$;

步骤6:移动扫描架使激光测距仪激光点打到样板中心标记点,读取激光测距仪数据 j_5 ,运用矢量网络分析仪扫频测试并记录金属面回波数据并根据预定设置进行加门处理;将转台水平旋转180度测量RAM回波数据时,移动扫描架使激光测距仪激光点打到待测面中心标记点,读取激光扫描仪数据 j_6 ,扫描架在前后方向上移动距离为 j_5 及 j_6 ,运用矢量网络分析仪扫频测试并记录待测面回波数据,测试数据与金属面测试数据进行相同加门处理,经计算后得到扫频反射率。

2. 如权利要求1所述的校正方法,其特征在于,所述步骤1中,所述扫描架天线支架运用激光跟踪仪进行平面度校准。

3. 如权利要求1所述的校正方法,其特征在于,所述步骤4、所述步骤5中,所述 $0.001m$ 为激光测距仪精度。

一种基于激光测距的反射率测试自动校正方法

技术领域

[0001] 本发明属于反射率测试技术领域,尤其涉及的是一种基于激光测距的反射率测试自动校正方法。

背景技术

[0002] RAM 反射率是定量表征材料对雷达照射波吸波性能强弱的物理量。随着电子战的迅猛发展,隐身武器的大规模使用成为现代战争的一个显著特征。隐身技术能有效减小雷达发现目标的距离,成为增强突击能力或保护自身的重要手段。目标的隐身性能主要取决于其 RCS 的大小,因而以各种方法缩减雷达散射截面,吸波材料成为研究隐身技术的主要目标。这就需要材料进行反射率测试。

[0003] RAM 反射率远场 RCS 测试法是暗室采用的一种扫频测试方法,其特征是利用两个天线并排摆放,分别作为收发天线,对接收到的标准金属板以及涂敷吸波材料反射板的信号进行处理得到反射率。如图 1 所示,虚线框表示暗室。

[0004] 反射率具体的测试方法如下:

[0005] (1) 矢量网络分析仪发射频率步进信号,测量空暗室的频域响应,利用矢量网络分析仪的时域功能,将频域响应变换到时域。(2) 将时域响应数据 data 存储到矢量网络分析仪的寄存器 memory 中,利用矢量网络分析仪中的 data-memory 功能进行软件对消。(3) 吸波材料底部贴上定标平板,用激光笔和水平尺校准平板,使其法向指向收发天线;微调高精度的方位转台,找到平板的最大散射方向,取合适的门后反变换到频域,记录每个频点的散射值 S21_标准板 (dB)。(4) 转台转动 180°,使吸波材料正对收发天线,并记录其散射值 S21_吸波材料 (dB)。(5) 计算吸波材料反射率: $\Gamma = S21_吸波材料 - S21_标准板$ 。

[0006] 上述步骤 (3) 为样板调整过程,调整方式为手动调整。

[0007] 远场 RCS 法采用的是 2 个天线并排摆放,分别作为收发天线的 RCS 测试模式,这种方式可近似为单站的工作模式,并且可以大幅提高收发隔离度,提高了接收机测量目标回波信号的能力,并降低了测量误差。对于远场 RCS 法,存在着天线架设、对正问题,调整复杂且很难调整到位;同时由于被测目标厚度较小,很难垂直放在支架上。

[0008] 通过分析国内外参考文献和类似技术, RAM 反射率远场 RCS 测试法样板放置校正都是采用手动方式,采用激光束加水平尺方式进行校正平板,但手动放置很难保证放置精度,无法保证平面法向与发射天线口面法向平行,不能保证收发天线法线垂直正对样板中心,且转台旋转 180 度后不能保证样板与收发天线距离无变化。根据金属平面 RCS 公式

$$\sigma = \frac{64\pi}{\lambda^2} a^2 b^2 \cos^2 \phi \left[\frac{\sin(2ka \sin \phi)}{2ka \sin \phi} \right]^2$$

如偏差值为 2 度时,金属平面 RCS 将比 0 度时低约 22dB。

平板 RCS 受角度偏差引起的测试误差较大,不利于 RAM 板反射率特性的准确评估。

[0009] 因此,现有技术存在缺陷,需要改进。

发明内容

[0010] 本发明所要解决的技术问题是针对现有技术的不足,提供一种基于激光测距的反射率测试自动校正方法。

[0011] 本发明的技术方案如下:

[0012] 一种基于激光测距的反射率测试自动校正方法,其中,依次包括以下步骤:

[0013] 步骤 1:将激光测距仪及收发天线固定在扫描架天线支架上,并利用收发天线支架将收发天线固定于指定位置以保证天线口面平行于扫描架的水平及竖直的运动平面;

[0014] 步骤 2:放置样板于双轴转台支架上,设置样板平面朝向应与转台俯仰方向一致,并在其金属面和待测面中心位置做一标记点;

[0015] 步骤 3:利用矢量网络分析仪粗略调整转台水平角度,移动扫描架使激光测距仪激光点打到反射板区域,设置转台以 5 度为间隔水平旋转 360 度并运用矢网进行一步一停点频扫描,读取回波数据记录最大回波对应的角度值,将转台转至最大回波对应角度值,读取此时激光测距仪数据 j_1 ;

[0016] 步骤 4:运用激光测距仪精确调整转台俯仰角度,根据预定设置竖直移动扫描架一定距离 d_1 ,读取激光测距仪数据 j_2 ,则转动转台俯仰角度为 $\arctan((j_2-j_1)/d_1)$,反向移动扫描架 $-d_1$ 进行同样操作,进行往返操作直至 j_2 与 j_1 差距小于 0.001m;

[0017] 步骤 5:读取此时激光测距仪数据 j_3 ,根据软件设置水平移动扫描架一定距离 d_2 ,读取激光测距仪数据 j_4 ,转动转台水平角度 $\arctan((j_4-j_3)/d_2)$,反向移动扫描架 $-d_2$ 进行同样操作,往返操作直至 j_3 与 j_4 差距小于 0.001m;

[0018] 步骤 6:移动扫描架使激光测距仪激光点打到样板中心标记点,读取激光测距仪数据 j_5 ,运用矢量网络分析仪扫频测试并记录金属面回波数据并根据预定设置进行加门处理;将转台水平旋转 180 度测量 RAM 回波数据时,移动扫描架使激光测距仪激光点打到待测面中心标记点,读取激光扫描仪数据 j_6 ,扫描架在前后方向上移动距离为 j_5 及 j_6 ,运用矢量网络分析仪扫频测试并记录待测面回波数据,测试数据与金属面测试数据进行相同加门处理,经计算后得到扫频反射率。

[0019] 所述的校正方法,其中,所述步骤 1 中,所述扫描架天线支架运用激光跟踪仪进行平面度校准。

[0020] 所述的校正方法,其中,所述步骤 4、所述步骤 5 中,所述 0.001m 为激光测距仪精度。

[0021] 采用上述方案,具有更好的测试稳定性,同时可以有效解决 RAM 反射率远场 RCS 测试法样板校正精度问题,可实现更高的测量准确度,并且实现样板校正自动化,节省校正时间,在反射率 RCS 测试领域具有很好的推广和使用价值。

附图说明

[0022] 图 1 为现有技术中 RAM 反射率远场 RCS 测试示意图。

[0023] 图 2 为本发明基于激光测距的反射率测试自动校正方法实现框图。

具体实施方式

[0024] 以下结合附图和具体实施例,对本发明进行详细说明。

[0025] 实施例 1

[0026] 如图 2 所示,本方法中包括的设备有主控计算机 101、矢量网络分析仪 104、扫描架 105、激光测距仪 106、收发天线 107、108、收发天线支架、双轴转台 109、被测目标 111 和目标支架 110、以及扫描架控制柜 103、转台控制柜 102。将扫描架 105、激光测距仪 106、收发天线 107、108、收发天线支架、双轴转台 109、被测目标 111 和目标支架 110 设置在暗室 10 中。

[0027] 对于本发明,根据测距仪反馈值精确校正样板角度是实现的关键。对于双轴转台,在样板放置方向与转台俯仰方向有一定误差的情况下,调整俯仰角度将影响水平角度变化,故在大体方向对正的情况下优先调整俯仰角度。

[0028] 步骤 2:放置样板于双轴转台支架上(允许有一定误差),设置样板平面朝向应与转台俯仰方向一致(允许有一定误差),并在其金属面和待测面中心位置做一标记点;

[0029] 本发明中,1、实现样板校正自动化:利用转台,扫描架进行校正比手动调整具有更高精度及稳定性,测试重复性高。具有更高测试效率。2、具有更高校正准确性:与手动校正样板相比,利用激光测距仪可提供更高的精度,并保证天线口面法向与样板法向平行。3、保证了测试的正确性。样板放置方便:自动校正使得样板放置时允许放置时具有一定偏差,不存在摆放,校正困难的问题。

[0030] 实施例 2

[0031] 在上述实施例的基础上,进一步,如图 2 所示,提供一种基于激光测距的反射率测试自动校正方法,其中,依次包括以下步骤:

[0032] 步骤 1:将激光测距仪及收发天线固定在扫描架天线支架上,并利用收发天线支架将收发天线固定于指定位置以保证天线口面平行于扫描架的水平及竖直的运动平面;

[0033] 步骤 2:放置样板于双轴转台支架上,设置样板平面朝向应与转台俯仰方向一致,并在其金属面和待测面中心位置做一标记点;

[0034] 步骤 3:利用矢量网络分析仪粗略调整转台水平角度,移动扫描架使激光测距仪激光点打到反射板区域,设置转台以 5 度为间隔水平旋转 360 度并运用矢网进行一步一停点频扫描,读取回波数据记录最大回波对应的角度值,将转台转至最大回波对应角度值,读取此时激光测距仪数据 j_1 ;

[0035] 步骤 4:运用激光测距仪精确调整转台俯仰角度,根据预定设置竖直移动扫描架一定距离 d_1 ,读取激光测距仪数据 j_2 ,则转动转台俯仰角度为 $\arctan((j_2-j_1)/d_1)$,反向移动扫描架 $-d_1$ 进行同样操作,进行往返操作直至 j_2 与 j_1 差距小于 0.001m;

[0036] 步骤 5:读取此时激光测距仪数据 j_3 ,根据软件设置水平移动扫描架一定距离 d_2 ,读取激光测距仪数据 j_4 ,转动转台水平角度 $\arctan((j_4-j_3)/d_2)$,反向移动扫描架 $-d_2$ 进行同样操作,往返操作直至 j_3 与 j_4 差距小于 0.001m;

[0037] 步骤 6:移动扫描架使激光测距仪激光点打到样板中心标记点,读取激光测距仪数据 j_5 ,运用矢量网络分析仪扫频测试并记录金属面回波数据并根据预定设置进行加门处理;将转台水平旋转 180 度测量 RAM 回波数据时,移动扫描架使激光测距仪激光点打到待测面中心标记点,读取激光扫描仪数据 j_6 ,扫描架在前后方向上移动距离为 j_5 及 j_6 ,运用矢量网络分析仪扫频测试并记录待测面回波数据,测试数据与金属面测试数据进行相同加门处理,经计算后得到扫频反射率。

[0038] 所述步骤 1 中,所述扫描架天线支架运用激光跟踪仪进行平面度校准。

[0039] 所述步骤 4、所述步骤 5 中,所述 0.001m 为激光测距仪精度。

[0040] 采用上述方案,具有更好的测试稳定性,同时可以有效解决 RAM 反射率远场 RCS 测试法样板校正精度问题,可实现更高的测量准确度,并且实现样板校正自动化,节省校正时间,在反射率 RCS 测试领域具有很好的推广和使用价值。

[0041] 应当理解的是,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,而所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

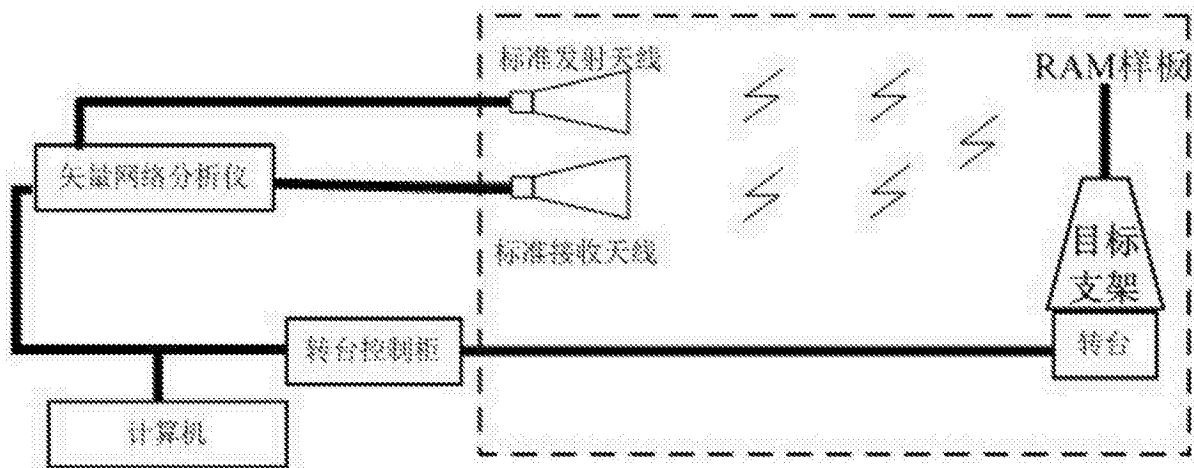


图 1

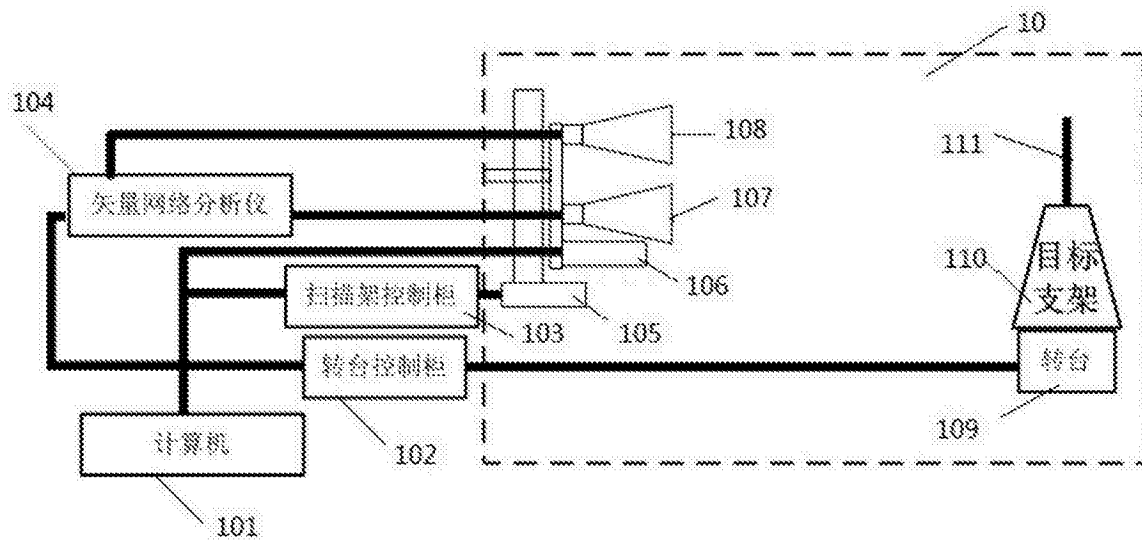


图 2