



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105974382 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(21)申请号 201610458935.3

(22)申请日 2016.06.22

(71)申请人 中国科学院遥感与数字地球研究所
地址 100094 北京市海淀区邓庄南路9号

(72)发明人 韩春明 赵迎辉 岳昔娟

(74)专利代理机构 北京纽乐康知识产权代理事务
所(普通合伙) 11210

代理人 张朝元

(51)Int.Cl.

G01S 7/40(2006.01)

G01S 13/90(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图2页

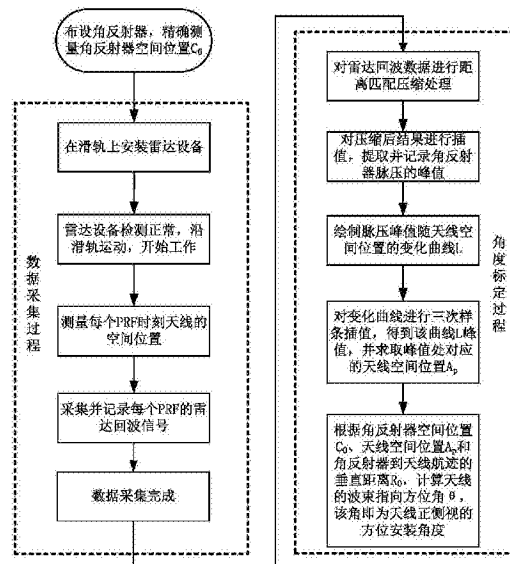
(54)发明名称

重轨干涉SAR系统天线正侧视安装角度精确
标定方法

(57)摘要

本发明公开了一种重轨干涉SAR系统天线正侧视安装角度精确标定方法,该方法包括1)布设角反射器,利用GPS精确测量角反射器三维位置;2)布设雷达设备和GPS测量设备,记录每个PRF时刻天线的空间位置和每个PRF的雷达回波信号;3)处理回波数据,建立角反射器回波能量随雷达天线位置的关系曲线L;4)对关系曲线L进行三次样条插值,得到曲线L',求取L'的峰值处对应的天线航向位置 A_p ;5)计算角反射器到雷达天线航迹的垂直距离 R_0 ,以及角反射器到雷达天线航迹垂线对应的天线航向位置 A_0 ;6)计算天线正侧视的方位安装角 θ 。本发明能够精确测量天线的波束指向角,天线实际安装过程中,利用该角度调整安装姿态角,确保天线按照预设的角度辐照地物。

CN 105974382 A



1. 一种重轨干涉SAR系统天线正侧视安装角度精确标定方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤S1, 布设角反射器, 利用GPS精确测量角反射器三维位置;

步骤S2, 布设雷达设备和GPS测量设备, 记录每个PRF时刻天线的空间位置和每个PRF的雷达回波信号;

步骤S3, 处理回波数据, 建立角反射器回波能量随雷达天线位置的关系曲线L;

步骤S4, 对关系曲线L进行三次样条插值, 得到曲线L', 求取L'的峰值处对应的天线航向位置 A_p ;

步骤S5, 计算角反射器到雷达天线航迹的垂直距离 R_c , 以及角反射器到雷达天线航迹垂线对应的天线航向位置 A_c ;

步骤S6, 通过公式 $\theta = \text{atan}\left(\frac{A_p - A_c}{R_c}\right)$, 计算天线正侧视的方位安装角 θ 。

2. 根据权利要求1所述的重轨干涉SAR系统天线正侧视安装角度精确标定方法, 其特征在于, 步骤S2进一步包括:

(1) 在滑轨平车上安装雷达设备和GPS测量设备;

(2) 雷达设备自检, 确保其工作状态正常, 采集雷达脉冲参考信号;

(3) 雷达开始工作, 沿滑轨运动, 按时间顺序向测区发射线性调频脉冲信号, 测量并记录每个PRF时刻天线的航向位置 $A(n)$, $n=1, 2, 3, \dots, N$, n 表示PRF序号;

(4) 接收并记录雷达回波数据 $x(n, R)$, R 表示斜距。

3. 根据权利要求2所述的重轨干涉SAR系统天线正侧视安装角度精确标定方法, 其特征在于, 步骤S3进一步包括:

(1) 利用雷达脉冲参考信号对每个PRF的雷达回波 $x(n, R)$ 进行匹配压缩处理, 得到距离脉压信号 $y(n, R)$, $n=1, 2, 3, \dots, N$, 其中, N 表示发射脉冲的数目, R 表示信号点到天线的距离;

(2) 对距离脉压信号 $y(n, R)$ 进行8倍插值, 提取并记录脉冲包络的峰值 $y'_n(n, R_n(n))$ 以及该值对应的斜距 $R_n(n)$;

(3) 建立修正后的脉冲包络峰值 $y'_n(n, R_n(n))$ 随天线航向位置 $A(n)$ 的关系曲线L。

4. 根据权利要求3所述的重轨干涉SAR系统天线正侧视安装角度精确标定方法, 其特征在于, 在步骤S3中, 脉冲包络峰值 $y'_n(n, R_n(n))$ 是考虑距离衰减后的结果, 计算方式如下:

$$y'_n(n, R_n(n)) = \frac{y_n(n, R_n(n))}{R_n^3(n)} \bar{R}_n^3,$$

$$\text{其中, } \bar{R}_n = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N R_n(n)。$$

重轨干涉SAR系统天线正侧视安装角度精确标定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及雷达技术领域,具体来说,涉及一种重轨干涉SAR系统天线正侧视安装角度精确标定方法。

背景技术

[0002] 机载SAR(Synthetic Aperture Radar,简称SAR)能够获得高分辨率的地面二维图像,利用两次重复轨迹飞行,通过对获得的两幅图像进行干涉处理,能够得到地面的三维信息。重轨飞行可以针对不同的雷达波段构建恰当的空间基线,实现灵活的干涉测量。但是,要实现机载SAR重轨干涉测量,首先需要确保两次飞行获得数据的空间相干性,为此,要求两次飞行过程中天线对地物的辐照角度是一致的,这就要求雷达系统具备高精度的天线波束指向能力。当前,在工程应用中,受限于机载SAR天线指向的不确定性,在数据处理过程中,一般首先对回波数据进行遴选,仅有天线辐照角度接近、空间相干性强的数据适合进行重轨干涉测量,这将大大降低飞行作业的效率。

[0003] 为了提高飞行作业效率,首先需要根据天线的波束指向确定天线在飞机平台上的安装角度,在飞行过程中基于飞机姿态测量系统利用伺服平台严格控制天线的指向,确保其按照预先设定的角度辐照地物。

发明内容

[0004] 针对相关技术中的上述技术问题,本发明提出一种重轨干涉SAR系统天线正侧视安装角度精确标定方法,能够精确测量天线的波束指向角,天线实际安装过程中,利用该角度调整安装姿态角,确保天线按照预设的角度辐照地物。

[0005] 为实现上述技术目的,本发明的技术方案是这样实现的:

一种重轨干涉SAR系统天线正侧视安装角度精确标定方法,包括以下步骤:步骤S1,布设角反射器,利用GPS精确测量角反射器三维位置;

步骤S2,布设雷达设备和GPS测量设备,记录每个PRF时刻天线的空间位置和每个PRF的雷达回波信号;

步骤S3,处理回波数据,建立角反射器回波能量随雷达天线位置的关系曲线L;

步骤S4,对关系曲线L进行三次样条插值,得到曲线L',求取L'的峰值处对应的天线航向位置 A_p ;

步骤S5,计算角反射器到雷达天线航迹的垂直距离 R_0 ,以及角反射器到雷达天线航迹垂线对应的天线航向位置 A_0 ;

步骤S6,通过公式 $\theta = \text{atan}\left(\frac{A_p - A_0}{R_0}\right)$,计算天线正侧视的方位安装角 θ 。

[0006] 进一步的,步骤S2包括:

- (1)在滑轨平车上安装雷达设备和GPS测量设备;
- (2)雷达设备自检,确保其工作状态正常,采集雷达脉冲参考信号;

(3) 雷达开始工作,沿滑轨运动,按时间顺序向测区发射线性调频脉冲信号,测量并记录每个PRF时刻天线的航向位置 $A(n)$, $n=1,2,3,\dots,N$, n 表示PRF序号;

(4) 接收并记录雷达回波数据 $x(n,R)$, R 表示斜距。

[0007] 进一步的,步骤S3包括:

(1) 利用雷达脉冲参考信号对每个PRF的雷达回波 $x(n,R)$ 进行匹配压缩处理,得到距离脉压信号 $y(n,R)$, $n=1,2,3,\dots,N$,其中, N 表示发射脉冲的数目, R 表示信号点到天线的距离;

(2) 对距离脉压信号 $y(n,R)$ 进行8倍插值,提取并记录脉冲包络的峰值 $y_m(n,R_m(n))$ 以及该值对应的斜距 $R_m(n)$;

(3) 建立修正后的脉冲包络峰值 $y'_m(n,R_m(n))$ 随天线航向位置 $A(n)$ 的关系曲线 L 。

[0008] 进一步的,在步骤S3中,脉冲包络峰值 $y'_m(n,R_m(n))$ 是考虑距离衰减后的结果,计算方式如下:

$$y'_m(n,R_m(n)) = \frac{y_m(n,R_m(n))}{R_m^3(n)}$$

$$\text{其中, } \bar{R}_m = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N R_m(n)。$$

[0009] 本发明的有益效果:本发明利用雷达天线沿滑轨运动来获取位置固定的角反射器回波,通过GPS精确测定天线的空间位置,以此来测定不同角度的天线方向图,从而标定天线正侧视的方位安装角,本发明通过改变滑轨上天线的姿态,还可以测得不同方向的天线方向图。

[0010] 本发明结合目前的工程应用,对天线波束指向进行了严格的标定,确保雷达系统安装过程中,按照精确的方位角安装天线,使天线波束按照预设的角度辐照地物,提高了重轨干涉SAR系统两次飞行获得回波数据的信噪比和空间相干性。

附图说明

[0011] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例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。

[0012] 图1是根据本发明实施例的所述的重轨干涉SAR系统天线正侧视安装角度精确标定方法的布设方案图;

图2是根据本发明实施例的所述的重轨干涉SAR系统天线正侧视安装角度精确标定方法的流程图;

图3是根据本发明实施例的修正后的脉冲包络峰值随天线航向位置的关系曲线 L ;

图4是根据本发明实施例的天线正侧视方位安装角测量几何示意图。

具体实施方式

[0013] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于

本发明中的实施例,本领域普通技术人员所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0014] 如图1-4所示,根据本发明实施例所述的一种重轨干涉SAR系统天线正侧视安装角度精确标定方法,包括以下步骤:

步骤S1, 布设角反射器,利用GPS精确测量角反射器三维位置;

步骤S2, 布设雷达设备和GPS测量设备,记录每个PRF时刻天线的空间位置和每个PRF的雷达回波信号;

步骤S3, 处理回波数据,建立角反射器回波能量随雷达天线位置的关系曲线L;

步骤S4, 对关系曲线L进行三次样条插值,得到曲线L',求取L'的峰值处对应的天线航向位置 A_P ;

步骤S5, 计算角反射器到雷达天线航迹的垂直距离 R_0 ,以及角反射器到雷达天线航迹垂线对应的天线航向位置 A_0 ;

步骤S6, 通过公式 $\theta = \text{atan}\left(\frac{A_P - A_0}{R_0}\right)$,计算天线的波束指向方位角 θ ,该角即为天线正侧视的方位安装角度。

[0015] 其中,步骤S2进一步包括:

(1) 在滑轨平车上安装雷达设备和GPS测量设备;

(2) 雷达设备自检,确保其工作状态正常,采集雷达脉冲参考信号;

(3) 雷达开始工作,沿滑轨运动,按时间顺序向测区发射线性调频脉冲信号,测量并记录每个PRF时刻天线的航向位置 $A(n)$, $n=1,2,3,\dots,N$, n 表示PRF序号;

(4) 接收并记录雷达回波数据 $x(n,R)$, R 表示斜距。

[0016] 其中,步骤S3进一步包括:

(1) 利用雷达脉冲参考信号对每个PRF的雷达回波 $x(n,R)$ 进行匹配压缩处理,得到距离脉压信号 $y(n,R)$, $n=1,2,3,\dots,N$,其中, N 表示发射脉冲的数目, R 表示信号点到天线的距离;

(2) 对距离脉压信号 $y(n,R)$ 进行8倍插值,提取并记录脉冲包络的峰值 $y_m(n,R_m(n))$ 以及该值对应的斜距 $R_m(n)$;

(3) 建立修正后的脉冲包络峰值 $y'_m(n,R_m(n))$ 随天线航向位置 $A(n)$ 的关系曲线L。

[0017] 其中,在步骤S3中,脉冲包络峰值 $y'_m(n,R_m(n))$ 是考虑距离衰减后的结果,计算方式如下:

$$y'_m(n,R_m(n)) = \frac{y_m(n,R_m(n))}{R_m^3(n)}, \text{其中, } \bar{R}_m = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N R_m(n)。$$

[0018] 需要注意的是,工程应用中,利用以上步骤求得天线正侧视方位安装角 θ 后,为了满足预设的辐照角度,将天线安装于载体平台过程中,应对天线的方位角进行 θ 角度的微调,以确保天线波束中心以预设角度辐照地物,从而实现地物回波的最高信噪比,并确保两次重轨飞行获得数据的高空间相干性。

[0019] 为了方便理解本发明的上述技术方案,以下通过具体使用方式上对本发明的上述技术方案进行详细说明。

[0020] 在具体使用时,根据本发明所述的一种重轨干涉SAR系统天线正侧视安装角度精

确标定方法,将雷达系统安置于地面滑轨上,雷达在滑动过程中辐照角反射器,采集并记录雷达回波,雷达天线运动过程中的空间位置由GPS系统精确测量,对雷达回波进行压缩后,提取角反射器回波对应的回波强度,建立回波强度同天线空间位置的关系曲线,通过曲线峰值对应的天线空间位置和角反射器空间位置计算天线的波束指向角,从而标定SAR天线正侧视安装角度。

[0021] 综上所述,借助于本发明的上述技术方案,本发明利用雷达天线沿滑轨运动来获取位置固定的角反射器回波,通过GPS精确测定天线的空间位置,以此来测定不同角度的天线方向图,从而标定天线正侧视的方位安装角,本发明通过改变滑轨上天线的姿态,还可以测得不同方向的天线方向图。

[0022] 本发明结合目前的工程应用,对天线波束指向进行了严格的标定,确保雷达系统安装过程中,按照精确的方位角安装天线,使天线波束按照预设的角度辐照地物,提高了重轨干涉SAR系统两次飞行获得回波数据的信噪比和空间相干性。

[0023] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,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。

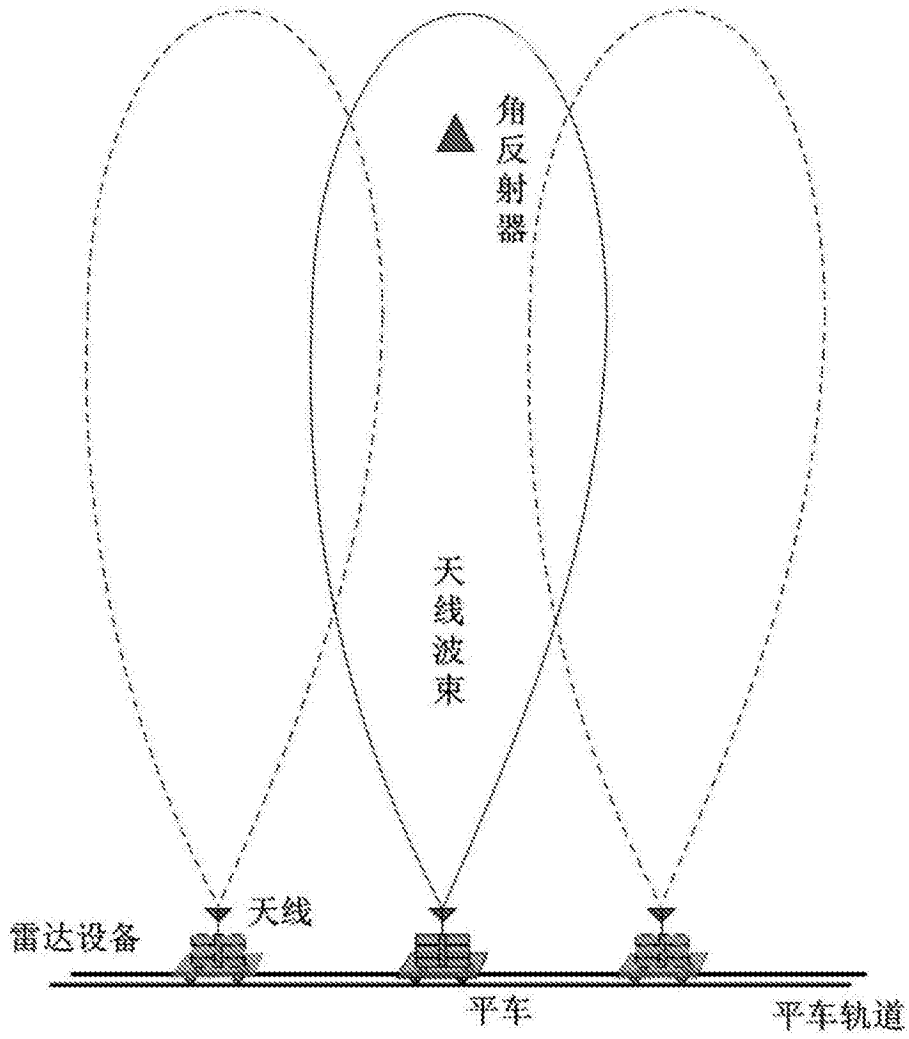


图1

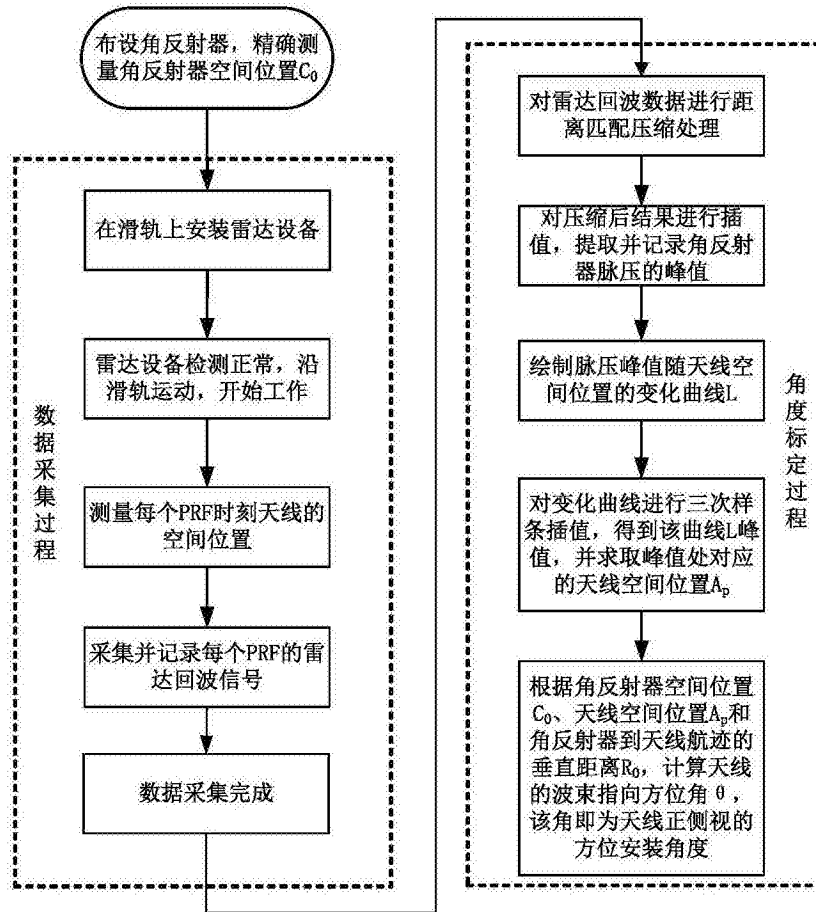


图2

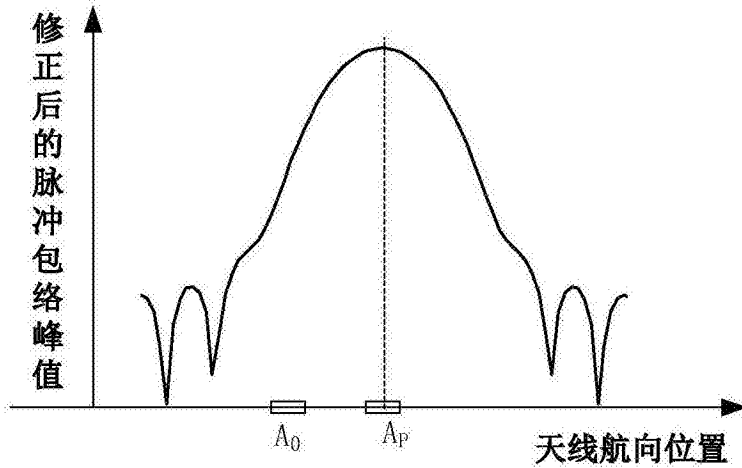


图3

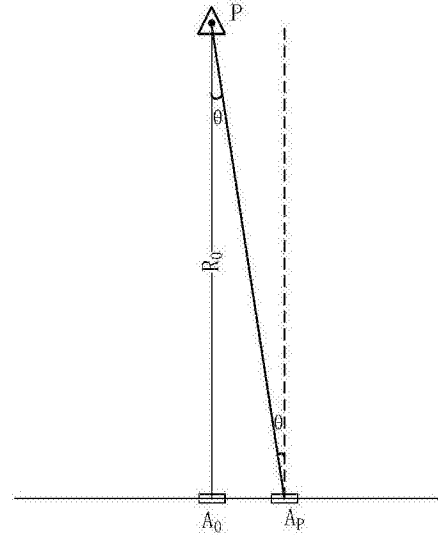


图4