



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117724095 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 19

(21) 申请号 202311602482.3

(22) 申请日 2023.11.28

(71) 申请人 中国空间技术研究院

地址 100094 北京市海淀区友谊路104号

(72) 发明人 刘亚东 张庆君 高贺利 张玥  
何德华 于松柏 麻丽香 祖家国  
刘艳丽 张健 孟超

(74) 专利代理机构 北京艾纬铂知识产权代理有  
限公司 16101

专利代理师 刘芳

(51) Int. Cl.

G01S 13/89 (2006.01)

G01S 7/41 (2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

## (54) 发明名称

一种星载Ka频段自适应水汽补偿成像方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种星载Ka频段自适应水汽补偿成像方法,通过根据回波数据反推获得大气温度的垂直分布和水汽密度的高度分布获得水汽衰减值,从而进行增益自动调整反馈获取自动增益控制码,根据自动增益控制码进行增益调整以步长回波数据的损失,根据补偿后回波数据进行成像并将相关数据存储至数据库,从而实现水汽的有效补偿,提高数据的准确性可以获得成像效果的图像。



1. 一种星载Ka频段自适应水汽补偿成像方法,其特征在于,包含如下步骤:

步骤1,通过卫星信标分别向晴天地区与雨天地区发射相同的信号;根据晴天地区与雨天地区的卫星信号回波数据,将在雨天地区接收到的卫星信号功率和晴天地区接收到的卫星信号功率相差,得到当前水汽衰减值;

步骤2,从数据库中读取参考数据,若当前水汽衰减值与数据库中的所有水汽衰减值都不同,则执行步骤3,否则从参考数据中获取当前水汽衰减值对应的自动增益控制码并执行步骤4;

步骤3,将当前水汽衰减值进行增益自动调整反馈获取自动增益控制码,将当前水汽衰减值与当前水汽衰减值对应的自动增益控制码作为一组参考数据,储存至数据库;

步骤4,根据自动增益控制码进行增益调整以补偿回波数据的功率损失,根据补偿后回波数据进行成像。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤1,具体包括如下内容:

设定目标频率,按照目标频率分别抽取晴天地区与雨天地区的卫星信号回波数据,然后从两种回波数据中分别选取3个以上相同频点对应的回波信息,对同一个频点下的晴天地区与雨天地区接收到的卫星信号功率相差,得到该频点水汽衰减值,将所有频点水汽衰减值取平均值得到当前水汽衰减值。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,根据补偿后回波数据进行成像,具体包括如下步骤:

星载系统对补偿后回波数据依次进行噪声去除、格式转换和图像增强后进行成像。

4. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,针对所述选取3个以上相同频点对应的回波信息,进行去除噪声和数据格式转换后再进行后续处理。

5. 如权利要求1-4任一所述的方法,其特征在于,所述自动增益控制码经422差分接口输出至接收机进行增益调整。

## 一种星载Ka频段自适应水汽补偿成像方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及卫星成像技术领域,具体涉及一种星载Ka频段自适应水汽补偿成像方法。

### 背景技术

[0002] 电磁波在空间传播过程中,由于雨滴的吸收和散射,信号将会产生衰减,其衰减的大小与雨滴的直径和波长的比值有关。当直径和波长的比值较大时,雨滴的吸收作用决定降雨衰减;当直径和波长的比值较小时,电磁波信号主要受到雨滴的散射作用。雨滴的吸收和散射作用均使电磁波在传输方向上产生衰减。对于较低频段的信号,降雨引起的衰减较小,对于10GHz以上的频段,降雨衰减的影响就非常明显,而且随着频率的增高,降雨衰减会越来越严重,大雨和暴雨对电磁波的影响比小雨大的多。

[0003] 实测结果表明雨滴的直径一般小于1cm,C频段下行信号波长在7.5cm左右,与雨滴直径相差较大,降雨对该频段影响较小,一般不大于2dB。Ka频段上行频率一般在30GHz左右,波长在1cm左右,这个频段的信号波长与雨滴直径相近,所以在Ka频段降雨对电磁波产生的衰减更大,严重时会产生通信中断。Ka频段成像卫星具有高分辨率的特点,但是受水汽和雨衰影响,极大地影响成像精度。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明提供了一种星载Ka频段自适应水汽补偿成像方法,根据回波数据得到水汽衰减值从而获取自动增益控制码,从而实现水汽的有效补偿,提高数据的准确性可以获得成像效果较好的图像。

[0005] 一种星载Ka频段自适应水汽补偿成像方法,包含如下步骤:

[0006] 步骤1,通过卫星信标分别向晴天地区与雨天地区发射相同的信号;根据晴天地区与雨天地区的卫星信号回波数据,将在雨天地区接收到的卫星信号功率和晴天地区接收到的卫星信号功率相差,得到当前水汽衰减值;

[0007] 步骤2,从数据库中读取参考数据,若当前水汽衰减值与数据库中的所有水汽衰减值都不同,则执行步骤3,否则从参考数据中获取当前水汽衰减值对应的自动增益控制码并执行步骤4;

[0008] 步骤3,将当前水汽衰减值进行增益自动调整反馈获取自动增益控制码,将当前水汽衰减值与当前水汽衰减值对应的自动增益控制码作为一组参考数据,储存至数据库;

[0009] 步骤4,根据自动增益控制码进行增益调整以补偿回波数据的功率损失,根据补偿后回波数据进行成像。

[0010] 进一步地,所述步骤1,具体包括如下内容:

[0011] 设定目标频率,按照目标频率分别抽取晴天地区与雨天地区的卫星信号回波数据,然后从两种回波数据中分别选取3个以上相同频点对应的回波信息,对同一个频点下的晴天地区与雨天地区接收到的卫星信号功率相差,得到该频点水汽衰减值,将所有频点水

汽衰减值取平均值得到当前水汽衰减值。

[0012] 进一步地,根据补偿后回波数据进行成像,具体包括如下步骤:

[0013] 星载系统对补偿后回波数据依次进行噪声去除、格式转换和图像增强后进行成像。

[0014] 进一步地,针对所述选取3个以上相同频点对应的回波信息,进行去除噪声和数据格式转换后再进行后续处理。

[0015] 进一步地,所述自动增益控制码经422差分接口输出至接收机进行增益调整。

[0016] 有益效果:

[0017] 第一、本发明提出方法通过获得相应的水汽衰减值,然后通过水汽衰减值进行增益自动调整反馈获取自动增益控制码,可以实现对水汽的有效补偿,提高遥感数据的准确性,同时保证了Ka频段数据的有效传输,Ka频段成像卫星具有高分辨率的特点,因此可以使得后续获得高分辨率和高对比度的图像。

[0018] 第二、本发明通过卫星信标法提取在不同大气条件下的卫星信号功率进行比较得到衰减值,相对于现有方法而言本方法能够有效针对高降雨区域进行评估,有效规避掉降雨带来的大量水汽产生的对信号的评估影响。

[0019] 第三、本方法实现简单容易复刻,且本方法的最后会将相应的水汽衰减值和自动增益控制码存储至数据库中,为后续的控制与处理提高范本,节省成本。

## 附图说明

[0020] 图1为本发明实施例的星载Ka频段自适应水汽补偿成像方法流程图。

## 具体实施方式

[0021] 下面结合附图并举实施例,对本发明进行详细描述。

[0022] 本发明提供了一种星载Ka频段自适应水汽补偿成像方法,具体流程如附图1所示,包含如下步骤:

[0023] 步骤1,通过卫星信标分别向晴天地区与雨天地区发射相同的信号;根据晴天地区与雨天地区的卫星信号回波数据,将在雨天地区接收到的卫星信号功率和晴天地区接收到的卫星信号功率相差,得到当前水汽衰减值;

[0024] 在本实施例中,Ka频段SAR配置标称工作中心频率35.75GHz,最大带宽约900MHz,最大prf约10kHz,在成像过程中脉冲式工作,按照10Hz的频率抽取回波数据,在回波数据中选取35.3GHz、35.75GHz、36.2GHz三个频点;回波数据在不同大气温度的垂直分布和水汽密度的高度分布下的信号功率可能会有所不同;首先,大气温度的垂直分布会影响大气中声波的传播和散射性质。在较高的大气温度下,大气密度较大,声波传播速度较快,回波信号的传播距离较短,因此信号功率可能会相对较强。而在较低的大气温度下,大气密度较小,声波传播速度较慢,回波信号的传播距离较长,信号功率可能会相对较弱;其次,水汽密度的高度分布也会影响回波信号的功率。水汽是一种对声波具有吸收作用的物质。随着高度的增加,大气中的水汽密度可能会逐渐降低,因此回波信号的吸收作用也会逐渐减弱。在较高的大气层中,回波信号的功率可能会相对较强,而在较低的大气层中,由于水汽的吸收作用,回波信号的功率可能会相对较弱。

[0025] 对获取的3个目标频点的回波信息进行预处理,包括:去除噪声、数据格式转换等,以便后续进行分析;

[0026] 通过卫星信标法进行不同天气条件下的信号功率比较,得到水汽衰减值,具体包括如下内容:

[0027] 卫星信标法是指一种测定卫星信标信号以获取卫星存在和特征的方法。卫星信标信号是表征卫星存在和特征的一种特殊信号,卫星信标法是通过在不同降雨条件下测量接收到的卫星信号功率和晴天条件下的卫星信号功率的差异,本实施例中一般是通过电平监测来得到对应的差异,电平可以与功率直接通过公式换算推得,来得到水汽衰减值。这种方法主要用于评估降雨对卫星通信系统性能的影响,在降雨条件下,雨滴对卫星信号产生散射和吸收效应,导致信号功率衰减;通过测量这种衰减,可以估计降雨强度和降雨对通信系统的影响;这种估计对于卫星通信系统的设计和优化非常重要,特别是在高降雨区域。

[0028] 设定目标频率,通过卫星信标分别向晴天与雨天的观测区域发射相同的信号,按照目标频率分别抽取晴天地区与雨天地区的卫星信号两种回波数据,然后从两种回波数据中分别选取3个以上相同频点对应的回波信息,然后比较卫星接收到的两种不同的回波信号功率,对同一个频点下的晴天地区与雨天地区两种不同天气条件下接收到的卫星信号功率相差,得到该频点水汽衰减值,进行比对获得3个以上将所有频点对应的水汽衰减值然后取平均值得到当前水汽衰减值。

[0029] 步骤2,从数据库中读取参考数据,若当前水汽衰减值与数据库中的所有水汽衰减值都不同,则执行步骤3,否则从参考数据中获取当前水汽衰减值对应的自动增益控制码并执行步骤4;

[0030] 根据当前水汽衰减值从数据库中读取参考数据,数据库中包含多组参考数据,每组参考数据中包含水汽衰减值以及与之对应的自动增益控制码,还可以包括对应的天气条件下的气温度的垂直分布和水汽密度的高度分布,如果检测到本次的水汽衰减值在数据库中并没有存储,则执行步骤3,获取对应的自动增益控制码,如果有与本次的水汽衰减值对应的参考数据,则直接从参考数据中得到对应的自动增益控制码,则可以跳过步骤3直接执行步骤4;

[0031] 步骤3,将水汽衰减值进行增益自动调整反馈获取自动增益 (AGC) 控制码,控制码经422差分接口输出至接收机完成增益控制功能,将当前水汽衰减值与当前水汽衰减值对应的自动增益控制码作为一组参考数据,储存至数据库;

[0032] 自动增益控制是一种广泛应用于通信、雷达和其他无线电系统的技术,其主要目的是在接收信号电平变化时,自动调整接收机的增益,以保持输出信号的相对稳定。AGC控制码是用于控制接收机增益的信号,本实施例中的增益控制码是通过系统内定标器回路进行标定,它通过422差分接口输出至接收机,这是一种常见的接口标准,用于在通信系统中传输差分信号,差分接口使用两个信号线来传递信息,通过比较两个信号线的电压差异来读取信号,接收机接收到AGC控制码后,会根据其指示调整自身的增益,从而完成增益控制功能。这样,无论输入信号的强度如何变化,接收机都能输出一个相对稳定的信号,这对于保证通信系统的稳定性和可靠性是非常重要的。

[0033] 步骤4,根据自动增益控制码进行增益调整以补偿回波数据的功率损失,根据补偿后回波数据进行成像。

[0034] 由于自动增益控制的作用是:当输入信号电压变化很大时,保持接收机输出电压恒定或基本不变。具体地说,当输入信号很弱时,接收机的增益大,自动增益控制电路不起作用;当输入信号很强时,自动增益控制电路进行控制,使接收机的增益减小。这样,当接收信号强度变化时,接收机的输出端的电压或功率基本不变或保持恒定;因此通过自动增益电路的调整,能够对回波功率进行补偿。

[0035] 进一步地,星载系统对补偿后回波数据依次进行噪声去除、格式转换和图像增强后进行成像。

[0036] 其中数据库中存储的信息主要用于以后的处理作为参考,同时将对应的水汽衰减值与当前水汽衰减值对应的自动增益控制码存储至数据库,还可以包括对应的天气条件下的大气温度的垂直分布和水汽密度的高度分布,能够在下次检测到相同水汽衰减值直接调用存储的信息作为参考数据,一般用于下次回波信号来临后水汽衰减值和增益控制码的参考数据,有时能够根据参考数据直接获取合适的自动增益控制码,能够极大的提高效率。

[0037] 综上所述,以上仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。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。

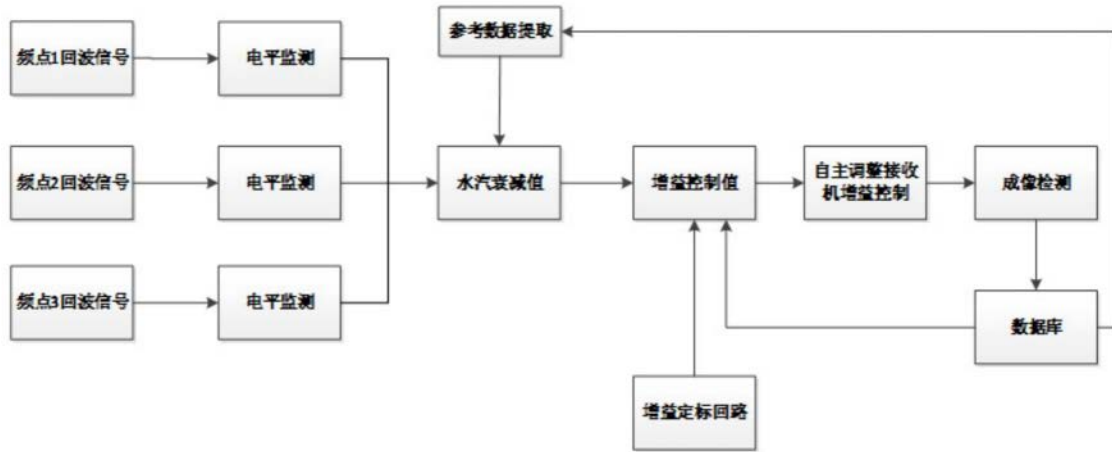


图1