



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107991709 A

(43)申请公布日 2018.05.04

(21)申请号 201710725458.7

(22)申请日 2017.08.22

(71)申请人 电子科技大学

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)
西源大道2006号

(72)发明人 赵青 王尚 马春光 霍建建
谢龙昊

(74)专利代理机构 电子科技大学专利中心
51203

代理人 闫树平

(51) Int. Cl.

G01V 3/12(2006.01)

G01S 7/40(2006.01)

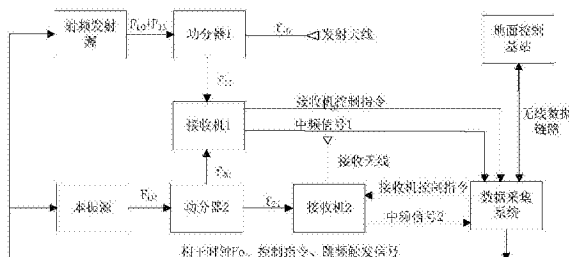
权利要求书2页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种无人机机载步进频率探地雷达

(57)摘要

本发明属于探地雷达技术领域,具体为一种无人机机载步进频率探地雷达。本发明以无人机为搭载平台,其操作简单,使用灵活,实现了高危险的区域可用;并通过对数据采集系统的重新定义设计,提高了探测精度;消除基于DDS的信号源在步进频率时产生的相位随机误差,进而得到真实的目标回波信息;通过对中频信号的模拟正交解调,对相应频点的基带信号单点或多点模式采样(可切换),即可保证数据精度,又有利于降低数据流量。



1. 一种无人机机载步进频率探地雷达,包括步进信号源、接收机、数据采集系统、收发天线、地面控制基站和功分器,其特征在于:

步进信号源,包括射频发射源和本振源,射频发射源连接功分器1,进行信号功分,然后分别输出信号至接收机1和发射天线,本振源信号通过功分器2分成2路信号,传输至2个接收机;

接收机共有2个,分别为接收机1和接收机2,均有2个输入端;接收机1的输入连接功分器1输出的本振源信号和功分器2输出的信号,其输出接数据采集系统的模拟正交解调模块;接收机2的输入分别连接接收天线和功分器2的输出,输出接数据采集系统的模拟正交解调模块;

地面控制基站用于收发信号,并处理;

功分器共有2个,分别为功分器1和功分器2,功分器1接射频发射源、接收机1和发射天线;功分器2接本振源、接收机1和接收机2;

所述数据采集系统包括:模拟正交解调模块、模数转换模块、主控模块、电压电流监控模块、数据传输模块、激光测距模块、GPS定位模块、系统时钟同步模块、接收机控制模块、步进信号源控制模块以及电源模块;

模拟正交解调模块:对2个接收机传输过来的模拟中频信号进行模拟正交解调,产生2组I和Q两路基带信号,并输出至模数转换模块;

模数转换模块:对模拟正交解调模块输入的的2组I和Q两路基带信号采样,然后转换成数字信号,再输出至主控模块;

主控模块:是整个系统的控制中心,完成整个系统的时序管理,数据缓存,翻译地面控制基站控制指令翻译,控制数据传输,使各个模块按照地面控制基站控制的指令工作;

电源模块:将输入电源转换为各个模块需要的电压值并与其连接,实现对各个模块的供电;

电压电流监控模块:实时监控整个数据采集系统的电压电流,用以确定数据采集系统是否正常工作;

数据传输模块:把模数转换模块采集到的数据进行编码,通过无线数据链路,把编码后的数据传输到地面控制基站;

激光测距模块:用以实时测量无人机到地面的精准距离,为后续探地雷达成像提供校正参数;

GPS定位模块:用来实时定位无人机的位置信息,为后续探地雷达成像提供位置信息参数;

系统时钟同步模块:用于同步系统时钟,使步进信号源,接收机和数据采集系统时钟同步;

接收机控制模块:用以向接收机地面控制基站下发的增益控制指令;

步进信号源控制模块:用以向步进信号源下发地面控制基站控制其初始频率、步进频率值、频点数以及频点持续时间的指令,并对步进信号源发送触发脉冲,控制其步进跳频。

2. 如权利要求1所述无人机机载步进频率探地雷达,其特征在于:所述数据采集系统采用腔体将各个模块隔离。

3. 如权利要求1所述无人机机载步进频率探地雷达,其特征在于:

所述地面控制基站的收信号是指接受数据采集系统发送过来的数字信号,并进行数字解码,把目标回波的数字信号通过图像处理算法转化为相应的图像信息,在上位机中实时显示目标图像;发信号是指发送接受机增益控制指令、步进信号源的控制指令、数据采集系统的数据采集时刻的控制指令。

一种无人机机载步进频率探地雷达

技术领域

[0001] 本发明属于探地雷达技术领域,具体为一种无人机机载步进频率探地雷达。

背景技术

[0002] 探地雷达(Ground Penetrating Radar)简称GPR,是一种利用电磁波进行无损探测的浅层地球物理技术,已经成为一种解决地球物理问题的有效工具。探地雷达的搭载平台分为有人飞机、车辆和手持等。对于小的区域而言,各种不同的地面探地雷达装置在平坦开阔的区域是有效的,然而对于植被覆盖的区域、地形起伏较大的区域以及人类无法到达的危险区域(如战场、雷场等、极地)的大面积浅层探测,地面探地雷达显得无能为力。相比于常规地面探地雷达,机载探地雷达可以在短时间内实现大面积区域的勘探;机载探地雷达还具有其它优点如目标区域全局覆盖、多期分析。

[0003] 目前机载探地雷达搭载平台为有人飞机,但是其造价和使用费用高昂,不利于开展相关的科学考察与实验;随着科技的发展,无人机技术得到了长足发展,这为无人机机载探地雷达提供了可能。

[0004] 目前机载探地雷达属于时域体制,但这种雷达很难兼顾高分辨率和远探测距离的要求,而相应的频域体制探地雷达可以满足对高分辨率和远探测距离的要求。

发明内容

[0005] 针对上述存在问题或不足,为解决现有探地雷达技术对植被覆盖区域、地形起伏较大区域以及危险区域的探测手段不足和精度不高的问题,本发明提供了一种无人机机载步进频率探地雷达。

[0006] 该无人机机载步进频率探地雷达,包括步进信号源、接收机、数据采集系统、收发天线、地面控制基站和功分器。

[0007] 步进信号源,包括射频发射源和本振源,射频发射源连接功分器1,进行信号功分,然后分别输出信号至接收机1和发射天线,本振源信号通过功分器2分成2路信号,传输至2个接收机。

[0008] 接收机共有2个,分别为接收机1和接收机2,均有2个输入端;接收机1的输入连接功分器1输出的本振源信号和功分器2输出的信号,其输出接数据采集系统的模拟正交解调模块;接收机2的输入分别连接接收天线和功分器2的输出,输出接数据采集系统的模拟正交解调模块。

[0009] 地面控制基站用于收发信号,并处理。收信号是指接受数据采集系统发送过来的数字信号,并进行数字解码,把目标回波的数字信号通过图像处理算法转化为相应的图像信息,在上位机中实时显示目标图像;发信号是指发送接收机增益控制指令、步进信号源的控制指令、数据采集系统的数据采集时刻的控制指令。

[0010] 功分器共有2个,分别为功分器1和功分器2,功分器1接射频发射源、接收机1和发射天线;功分器2接本振源、接收机1和接收机2。

[0011] 所述数据采集系统包括:模拟正交解调模块、模数转换模块、主控模块、电压电流监控模块、数据传输模块、激光测距模块、GPS定位模块、系统时钟同步模块、接收机控制模块、步进信号源控制模块以及电源模块。

[0012] 模拟正交解调模块:对2个接收机传输过来的模拟中频信号进行模拟正交解调,产生2组I和Q两路基带信号,并输出至模数转换模块。

[0013] 模数转换模块:对模拟正交解调模块输入的的2组I和Q两路基带信号采样,然后转换成数字信号,再输出至主控模块。

[0014] 主控模块:是整个系统的控制中心,完成整个系统的时序管理,数据缓存,翻译地面控制基站控制指令翻译,控制数据传输,使各个模块按照地面控制基站控制的指令工作。

[0015] 电源模块:将输入电源转换为各个模块需要的电压值并与其连接,实现对各个模块的供电。

[0016] 电压电流监控模块:实时监控整个数据采集系统的电压电流,用以确定数据采集系统是否正常工作。

[0017] 数据传输模块:把模数转换模块采集到的数据进行编码,通过无线数据链路,把编码后的数据传输到地面控制基站。

[0018] 激光测距模块:用以实时测量无人机到地面的精准距离,为后续探地雷达成像提供校正参数。

[0019] GPS定位模块:用来实时定位无人机的位置信息,为后续探地雷达成像提供位置信息参数。

[0020] 系统时钟同步模块:用于同步系统时钟,使步进信号源,接收机和数据采集系统时钟同步。

[0021] 接收机控制模块:用以向接收机地面控制基站下发的增益控制指令。

[0022] 步进信号源控制模块:用以向步进信号源下发地面控制基站控制其初始频率、步进频率值、频点数以及频点持续时间的指令,并对步进信号源发送触发脉冲,控制其步进跳频。

[0023] 所述数据采集系统采用腔体将各个模块隔离,腔体的隔离设计实现了各个模块间更好的电磁兼容,同时也具有良好散热效果。

[0024] 本发明在数据采集过程中,考虑到飞行平台可能出现飞行高度变化;当飞行高度是变量的时候,采集到的雷达剖面图不能正确的反应地面及其以地下目标体的反射波形态。因此在记录的每道采集数据中添加对应的激光测距模块的数据,在进行数据处理时进行相应的精确飞行高度校正,消除飞行高度变化带来的影响,以获得正确的无人机机载探地雷达剖面图。并通过GPS定位模块为该无人机机载探地雷达提供精确的经纬度校正数据,激光测距模块和GPS定位模块两者结合消除飞行轨迹变化带来的影响,以获得准确的目标信号,提高探测精度。

[0025] 本发明还通过数据采集过程中对中频信号进行模拟正交解调得到对应的基带信号,以及高度信息和预设探测目标的深度,计算出最佳采样点;延时模块到达最佳采样点时,控制FIFO的写使能的启动和禁止,来选择AD输出的数据,降低了数据采集密度,即每一个频点仅仅需要采集一个有效数据,从而大大降低了数据流量,有助于数据的远距离无线传输。

[0026] 由于基于DDS的信号源在步进频率时会产生相位随机误差,而这个误差使步进频率探地雷达不能正确的成像,本发明采用了如图1所示的方式解决这个问题:把本振和信号源的信号分别功分出来一部分通过同轴线直接接入接收机通道1,形成闭环参考回路,产生中频信号1;接收天线接收到的目标回波和另外一路本振信号接入到接收机通道2,形成开环目标回路,产生中频信号2;在后续数据处理时,用中频信号1作为中频信号2的参考信号,可以消除基于DDS的信号源在步进频率时产生的相位随机误差,进而得到真实的目标回波信息。

[0027] 综上所述,本发明以无人机为搭载平台,其操作简单,使用灵活,在高危险的区域可用,并提高了探测精度;消除基于DDS的信号源在步进频率时产生的相位随机误差,进而得到真实的目标回波信息;通过对中频信号的模拟正交解调,对相应频点的基带信号单点或多点模式采样(可切换),即可保证数据精度,又有利于降低数据流量。

附图说明

[0028] 图1本发明的原理示意框图;

[0029] 图2本发明数据采集系统的结构示意图。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图以及实例对本发明做进一步的详细表述。

[0031] 如图1本发明的原理示意框图所示,无人机机载探地雷达发射源通过功分器得到 f_{10} 和 f_{11} , f_{10} 和 f_{11} 是同频同相信号,频率为 $F_{L0}+F_{IN}$;本振信号通过功分器得到 f_{20} 和 f_{21} , f_{20} 和 f_{21} 是同频同相信号,频率为 F_{L0} ; f_{11} 和 f_{21} 通过同轴线直接连接到接收机1,得到中频信号1;接收天线接收到的信号与 f_{20} 连接到接收机2,得到中频信号2;把接收机中频信号1和中频信号2通过同轴线传输到数据采集系统,数据采集系统把采集到的无人机机载探地雷达数据,通过无线传输链路传送到地面控制基站。

[0032] 如图2本发明数据采集系统的结构示意图所示,接收机传输过来的中频信号1和中频信号2送入数据采集系统的模拟正交解调模块,解调后得到 I_1/Q_1 和 I_2/Q_2 四路基带信号, I_1/Q_1 和 I_2/Q_2 传送到数模转换模块中进行采集,采集过后的数据缓存到主控的FIFO中,然后把激光测距模块、GPS定位模块、电压电流监控模块以及缓存到FIFO的数据,依次转移到RAM中;然后把RAM中的数据传送到数据编码模块进行编码,通过无线发射模块发送到地面控制基站。信号源控制模块连接到信号源,向信号源发送控制指令(初始频率、步进频率值、频点数以及频点持续时间)。接收机控制模块连接到接收机,按地面控制基站的指令控制接收机的增益。系统时钟同步模块通过同轴线连接到本振和信号源。

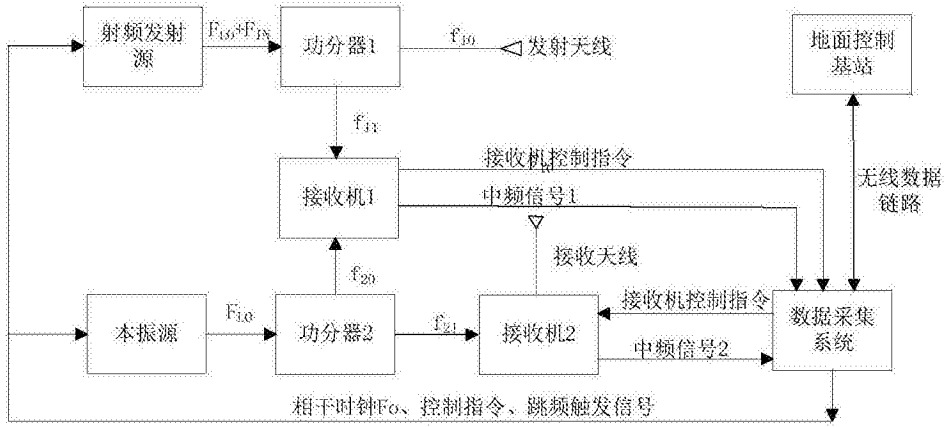


图1

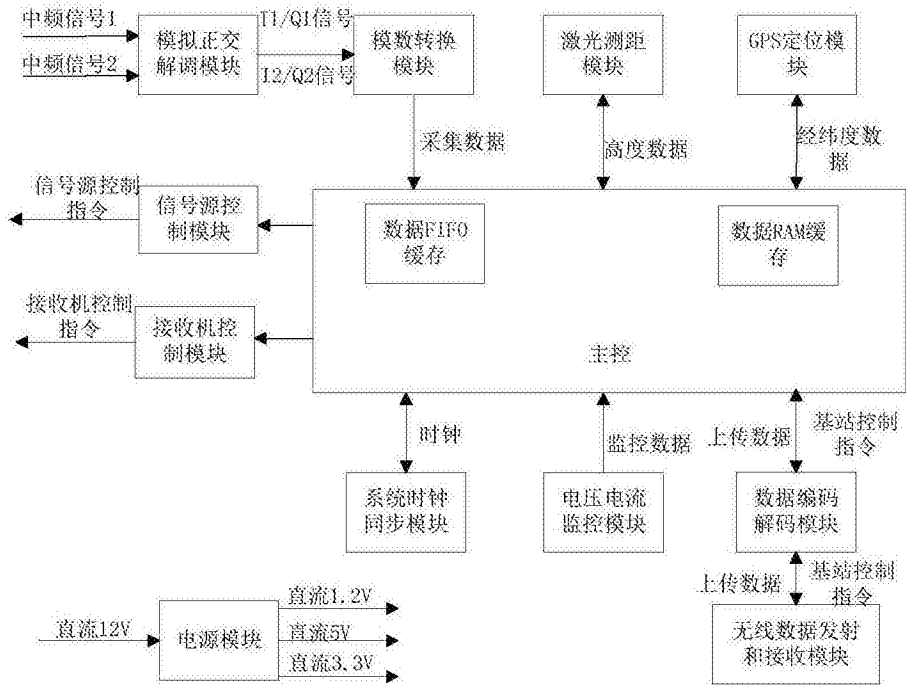


图2