



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107462779 B

(45)授权公告日 2020.01.24

(21)申请号 201710527102.2

(22)申请日 2017.06.30

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107462779 A

(43)申请公布日 2017.12.12

(73)专利权人 上海卫星工程研究所
地址 200240 上海市闵行区华宁路251号

(72)发明人 张久玲 涂尚坦 王海涛 薛伶玲
范季夏 朱鸿昌

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 郭国中

(51)Int.Cl.
G01R 29/18(2006.01)

(56)对比文件

CN 104569588 A,2015.04.29,说明书第0020-0047段,附图1-4.

CN 105510666 A,2016.04.20,

CN 103674898 A,2014.03.26,

CN 103616569 A,2014.03.05,

CN 104567672 A,2015.04.29,

CN 105572487 A,2016.05.11,

Zhang M,等.DOA estimation with sensor gain,phase and position perturbations.

《Proceedings of the IEEE National Aerospace》.1993,

张厚江.“高精度紧缩场扫描架的研制”.《机械设计与制造》.2005,(第9期),

审查员 舒心

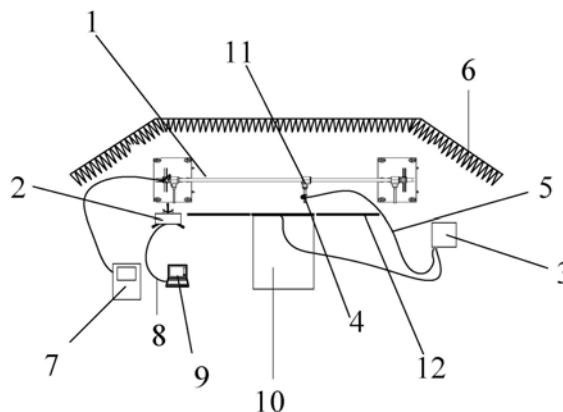
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

微波成像卫星板间电缆相位误差测量装置的测试方法

(57)摘要

本发明公开了一种微波成像卫星板间电缆相位误差测量装置及其测试方法,该测量装置包括:简易可移动扫描架,放置于卫星天线前面,由四根钢杆形成立式框架,安装脚配备轮子进行移动,水平框架上安装一根可移动竖杆,可移动竖杆上安装一个可垂直方向移动的安装座,通过电机驱动三个丝杆可实现竖杆的移动、安装座在可移动竖杆上的移动以及安装座的伸缩,达到安装座三维位置可调整;激光跟踪仪,由反射器、激光跟踪头和控制器、用户计算机组成。本发明实现快速、无卫星操作的天线板间电缆相位误差测量,克服了现有技术采用平面近场天线测试系统测试时间长、风险大的缺点。



1. 一种微波成像卫星板间电缆相位误差测量装置的测试方法,其特征在于,所述微波成像卫星板间电缆相位误差测量装置包括:

简易可移动扫描架,放置于卫星天线前面,由四根钢杆形成立式框架,安装脚配备轮子进行移动,水平框架上安装一根可移动竖杆,可移动竖杆上安装一个可垂直方向移动的安装座,通过电机驱动三个丝杆可实现竖杆的移动、安装座在可移动竖杆上的移动以及安装座的伸缩,达到安装座三维位置可调整;用户通过一个控制盒的用户控制面板,控制电机驱动丝杆运动,实现安装座运动到目标位置;

激光跟踪仪,由反射器、激光跟踪头和控制器、用户计算机组成;反射器安装在简易可移动扫描架的安装座上,激光跟踪头和控制器放置在简易可移动扫描架旁,保证反射器和激光跟踪头之间的光线不被遮挡;激光跟踪仪实现安装座位置实时测量和显示;

波导探头,安装在安装座上,用于辐射射频信号给天线;

矢量网络分析仪,用于输出射频信号给波导探头,测量卫星天线收到的信号的相位;

柔性稳相射频电缆,用于连接波导探头和矢量网络分析仪;

所述控制盒包含供电控制模块、位置控制模块、用户控制面板,用于控制安装座移动的位置和速度;

所述卫星天线安装在一个卫星上,矢量网络分析仪与卫星连接;

所述卫星天线平面与简易扫描架平面平行,平行精度不大于简易扫描架平行于地面方向的可调整范围,安装座用于安装波导探头,可实现波导探头的三维位置可调整,调整范围覆盖天线辐射面;

所述激光跟踪仪用于实时测量波导探头的三维位置,激光跟踪头、控制器和计算机都置于卫星天线旁,反射器安装在简易可移动扫描架的一个安装座上,安装座移动到任意位置都不遮挡激光跟踪头和反射器之间的光线;

执行包括以下步骤:

步骤二百零一,设置卫星状态,使卫星侧躺、天线展开,在距离天线辐射面大于5m处搭建吸波墙,卫星通过脱落插头与综合测试设备连接,实现卫星状态设置和指令控制,天线板间电缆相位误差测试装置调整到位;

步骤二百零二,通过卫星综合测试设备将天线置于待机接收态,矢量网络分析仪开机,天线和矢量网络分析仪预热至少保持30分钟;

步骤二百零三,设置矢量网络分析仪参数:测量带宽为9300MHz~9600MHz,中频带宽设置为1000Hz,并进行矢网校准;

步骤二百零四,将波导探头对准天线左下角子阵模块中心的辐射单元,通过简易可移动扫描架调整探头位置使X和Y向对准误差不大于0.5mm、天线面与探头扫描面平行距离100mm;

步骤二百零五,在激光跟踪仪的计算机软件操作界面上设置该位置为激光跟踪仪的参考原点,在简易可移动扫描架的用户控制面板上设置该位置为简易可移动扫描架的参考原点;

步骤二百零六,通过卫星综合测试设备,打开卫星天线该位置辐射单元对应的接收通道;

步骤二百零七,通过矢量网络分析仪测试相位值并保存数据文件;

步骤二百零八,通过扫描架控制盒,设置下一个天线子模块的辐射单元位置为目标位置,简易可移动扫描架移动探头直至到位;

步骤二百零九,读取激光跟踪仪测量值,获得该测量值与目标位置的误差,通过扫描架进行位置修正,直到满足精度要求;

重复步骤二百零六至二百零九,循环测量天线每个模块辐射单元中心的相位值;

步骤二百一十,对三块子板的相位数据取矢量平均,得到各板间的相位误差。

微波成像卫星板间电缆相位误差测量装置的测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种卫星测量装置及其测试方法,特别是涉及一种微波成像卫星板间电缆相位误差测量装置及其测试方法。

背景技术

[0002] 微波成像卫星一般采用平面有源相控阵天线(以下简称“天线”)实现射频信号的发射和接收。由于其天线尺寸较大且受运载火箭整流罩包络限制,卫星设计时发射构型采用天线分几块子板折叠收拢在星体侧面,入轨后再进行天线的展开。天线子板与子板之间采用柔性同轴射频电缆(简称“板间电缆”)实现射频信号互连,在各子板上板间电缆通过相近的布线走向和捆扎方式固定,使该电缆固定于两块子板之间。由于柔性同轴电缆的机械弯曲性能不理想和受应力情况变化,在卫星测试中进行该电缆的拆装和天线的展开收拢后都会造成电缆的相位变化,形成相位误差。并且在卫星的总装和总测中必须进行多次的天线收拢、展开,天线的状态变换和部组件更换则需要进行板间电缆的拆装。这个过程会造成几度到几十度的相位误差。该误差会引起天线方向图性能恶化,具体为引起指向偏差、旁瓣抬高,从而引起图像质量恶化。因此,必须对板间电缆相位误差进行测量和补偿。

[0003] 目前板间电缆相位误差的测量方法是在平面近场天线测试系统中进行测试。由于平面近场天线测试系统建设费用昂贵,建设周期长,国内卫星总装总测厂所均不配备该系统。为补偿该误差,须将天线返回载荷研制单位。但在卫星已集成完毕的情况下,该过程要进行大量的卫星操作如天线收拢、装箱、运输、吊装、翻转、位置和精度调整等,至少需要10天时间,对研制进度和成本带来较大影响。且大量的卫星操作对卫星安全性会带来风险。本发明就是为了解决上述问题的一种测试装置和方法。

[0004] 目前没有发现同本发明类似技术的说明或报道,也尚未收集到国内外类似的资料。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种微波成像卫星板间电缆相位误差测量装置及其测试方法,其实现快速、无卫星操作的天线板间电缆相位误差测量,克服了现有技术采用平面近场天线测试系统测试时间长、风险大的缺点;解决了在卫星集成完毕情况下天线板间电缆相位误差测量问题,减少了测试时间和成本、规避了大量卫星操作带来的风险;对各种型号卫星具有一定的通用性,可应用其他卫星平面相控阵天线板间电缆相位误差测量。

[0006] 本发明是通过下述技术方案来解决上述技术问题的:一种微波成像卫星板间电缆相位误差测量装置,其特征在于,其包括:

[0007] 简易可移动扫描架,放置于卫星天线前面,由四根钢杆形成立式框架,安装脚配备轮子进行移动,水平框架上安装一根可移动竖杆,可移动竖杆上安装一个可垂直方向移动的安装座,通过电机驱动三个丝杆可实现竖杆的移动、安装座在可移动竖杆上的移动以及

安装座的伸缩,达到安装座三维位置可调整;用户通过一个控制盒的用户控制面板,控制电机驱动丝杆运动,实现安装座运动到目标位置;

[0008] 激光跟踪仪,由反射器、激光跟踪头和控制器、用户计算机组成;反射器安装在简易可移动扫描架的安装座上,激光跟踪头和控制器的放置在简易可移动扫描架旁,保证反射器和激光跟踪头之间的光线不被遮挡;激光跟踪仪实现安装座位置实时测量和显示;

[0009] 波导探头,安装在安装座上,用于辐射射频信号给天线;

[0010] 矢量网络分析仪,用于输出射频信号给波导探头,测量卫星天线收到的信号的相位;

[0011] 柔性稳相射频电缆,用于连接波导探头和矢量网络分析仪。

[0012] 优选地,所述控制盒包含供电控制模块、位置控制模块、用户控制面板,用于控制安装座移动的位置和速度。

[0013] 优选地,所述卫星天线安装在一个卫星上,矢量网络分析仪与卫星连接。

[0014] 优选地,所述卫星天线平面与简易扫描架平面平行,平行精度不大于简易扫描架平行于地面方向的可调整范围,安装座用于安装波导探头,可实现波导探头的三维位置可调整,调整范围覆盖天线辐射面。

[0015] 优选地,所述激光跟踪仪用于实时测量波导探头的三维位置,激光跟踪头、控制器和计算机都置于卫星天线旁,反射器安装在简易可移动扫描架的一个安装座上,安装座移动到任意位置都不遮挡激光跟踪头和反射器之间的光线。

[0016] 本发明还提供一种微波成像卫星板间电缆相位误差测量装置的测试方法,其特征在于,其包括以下步骤:

[0017] 步骤二百零一,设置卫星状态,使卫星侧躺、天线展开,在距离天线辐射面大于5m处搭建吸波墙,卫星通过脱落插头与综合测试设备连接,实现卫星状态设置和指令控制,天线板间电缆相位误差测试装置调整到位;

[0018] 步骤二百零二,通过卫星综合测试设备将天线置于待机接收态,矢量网络分析仪开机,天线和矢量网络分析仪预热至少保持30分钟;

[0019] 步骤二百零三,设置矢量网络分析仪参数:测量带宽为9300MHz~9600MHz,中频带宽设置为1000Hz,并进行矢网校准;

[0020] 步骤二百零四,将波导探头对准天线左下角子阵模块中心的辐射单元,通过简易可移动扫描架调整探头位置使X和Y向对准误差不大于0.5mm、天线面与探头扫描面平行距离100mm;

[0021] 步骤二百零五,在激光跟踪仪的计算机软件操作界面上设置该位置为激光跟踪仪的参考原点,在简易可移动扫描架的用户控制面板上设置该位置为简易可移动扫描架的参考原点;

[0022] 步骤二百零六,通过卫星综合测试设备,打开卫星天线该位置辐射单元对应的接收通道;

[0023] 步骤二百零七,通过矢量网络分析仪测试相位值并保存数据文件;

[0024] 步骤二百零八,通过扫描架控制盒,设置下一个天线子模块的辐射单元位置为目标位置,简易可移动扫描架移动探头直至到位;

[0025] 步骤二百零九,读取激光跟踪仪测量值,获得该测量值与目标位置的误差,通过扫

描架进行位置修正,直到满足精度要求;

[0026] 重复步骤二百零六至二百零九,循环测量天线每个模块辐射单元中心的相位值;

[0027] 步骤二百一十,对三块子板的相位数据取矢量平均,得到各板间的相位误差。

[0028] 本发明的积极进步效果在于:本发明克服了现有技术采用平面近场天线测试系统测试时间长、风险大的缺点;解决了在卫星集成完毕情况下天线板间电缆相位误差测量问题,减少了测试时间和成本、规避了大量卫星操作带来的风险;对各种型号卫星具有一定的通用性,可应用其他卫星平面相控阵天线板间电缆相位误差测量。

附图说明

[0029] 图1为本发明的结构框架图。

[0030] 图2为本发明的流程图。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图给出本发明较佳实施例,以详细说明本发明的技术方案。

[0032] 如图1所示,本发明微波成像卫星板间电缆相位误差测量装置包括:

[0033] 简易可移动扫描架1,由四根钢杆形成立式框架,安装脚配备轮子进行移动,水平框架上安装一根可移动竖杆,可移动竖杆上安装一个可垂直方向移动的安装座,通过电机驱动三个丝杆可实现竖杆的移动、安装座在可移动竖杆上的移动以及安装座的伸缩,达到安装座三维位置可调整;用户通过一个控制盒7的用户控制面板,控制电机驱动丝杆运动,实现安装座运动到目标位置;

[0034] 激光跟踪仪,由反射器11、激光跟踪头和控制器2、用户计算机9组成;反射器安装在简易可移动扫描架的安装座上,激光跟踪头和控制器放置在简易可移动扫描架旁,保证反射器和激光跟踪头之间的光线不被遮挡;激光跟踪仪实现安装座位置实时测量和显示。

[0035] 波导探头4,用于辐射射频信号给天线。

[0036] 矢量网络分析仪3,用于输出射频信号给波导探头,测量卫星天线12收到的信号的相位。

[0037] 柔性稳相射频电缆5,用于连接波导探头和矢量网络分析仪。

[0038] 为提高简易可移动扫描架的刚度,在水平方向增加了一根钢杆。

[0039] 控制盒7包含供电控制模块、位置控制模块、用户控制面板,用于控制安装座移动的位置和速度。

[0040] 用户计算机9与激光跟踪头和控制器2至少一根网线8连接,方便传输数据。

[0041] 卫星天线12安装在一个卫星10上,矢量网络分析仪3与卫星10连接。

[0042] 在距离卫星天线辐射面大于5m处搭建一个吸波墙6,即正对卫星天线辐射面、地面和扫描架周围铺设吸波墙,用于吸收波导发射的射频信号,减少信号反射造成的误差。

[0043] 卫星天线平面与简易扫描架平面平行,平行精度不大于简易扫描架平行于地面方向(Z向)的可调整范围,安装座用于安装波导探头,可实现波导探头的三维位置可调整,调整范围覆盖天线辐射面。

[0044] 波导探头扫描平面与天线平面对准,波导探头前端距离天线辐射面3~5个波长,波导探头后端通过柔性稳相射频电缆与矢量网络分析仪连接,用于辐射射频信号给天

线。

[0045] 激光跟踪仪用于实时测量波导探头的三维位置,激光跟踪头、控制器和计算机都置于卫星天线旁,反射器安装在简易可移动扫描架的一个安装座上,安装座移动到任意位置都不遮挡激光跟踪头和反射器之间的光线。

[0046] 矢量网络分析仪的输入端连接卫星天线的射频信号输入/输出电缆,输出端连接波导探头的柔性稳相射频电缆,用于测量标准点频射频信号经过天线接收通道后的幅度和相位值。

[0047] 在简易可移动扫描架上安装波导探头,实现探头位置移动;采用激光跟踪仪实时测量探头位置误差,简易可移动扫描架根据位置误差进行修正;达到位置精度后,卫星天线工作在单通道接收模式,通过矢量网络分析仪测量射频信号经过天线后的幅度和相位;采集完成天线上的多个点后,采用每块子板上数据矢量平均来获取各个板上的相位,得到板间相位误差。简易可移动扫描架的尺寸可根据卫星天线的尺寸进行选择 and 设计,简易可移动扫描架的扫描范围须能覆盖天线辐射面。

[0048] 卫星天线12设有三块板,共72个子阵模块,卫星天线工作在9.6GHz,要求板间电缆相位误差不大于 5° 。测试时每个子阵模块选择1个测试点。

[0049] 如图2所示,本发明微波成像卫星板间电缆相位误差测量装置的测试方法包括以下步骤:

[0050] 步骤201,设置卫星状态,使卫星侧躺、天线展开,在距离天线辐射面大于5m处搭建吸波墙,卫星通过脱落插头与综合测试设备连接,实现卫星状态设置和指令控制,天线板间电缆相位误差测试装置调整到位;

[0051] 步骤202,通过卫星综合测试设备将天线置于待机接收态,矢量网络分析仪开机,天线和矢量网络分析仪预热至少保持30分钟;

[0052] 步骤203,设置矢量网络分析仪参数:测量带宽为9300MHz~9600MHz,中频带宽设置为1000Hz,并进行矢网校准;

[0053] 步骤204,将波导探头对准天线左下角子阵模块中心的辐射单元,通过简易可移动扫描架调整探头位置使X和Y向对准误差不大于0.5mm、天线面与探头扫描面平行距离100mm;

[0054] 步骤205,在激光跟踪仪的计算机软件操作界面上设置该位置为激光跟踪仪的参考原点,在简易可移动扫描架的用户控制面板上设置该位置为简易可移动扫描架的参考原点;

[0055] 步骤206,通过卫星综合测试设备,打开卫星天线该位置辐射单元对应的接收通道;

[0056] 步骤207,通过矢量网络分析仪测试相位值并保存数据文件;

[0057] 步骤208,通过扫描架控制盒,设置下一个天线子模块的辐射单元位置为目标位置,简易可移动扫描架移动探头直至到位;

[0058] 步骤209,读取激光跟踪仪测量值,获得该测量值与目标位置的误差,通过扫描架进行位置修正,直到满足精度要求;

[0059] 重复步骤206至209,循环测量天线每个模块辐射单元中心的相位值;

[0060] 步骤210,对三块子板的相位数据取矢量平均,得到各板间的相位误差。

[0061] 以上所述的具体实施例,对本发明的解决的技术问题、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

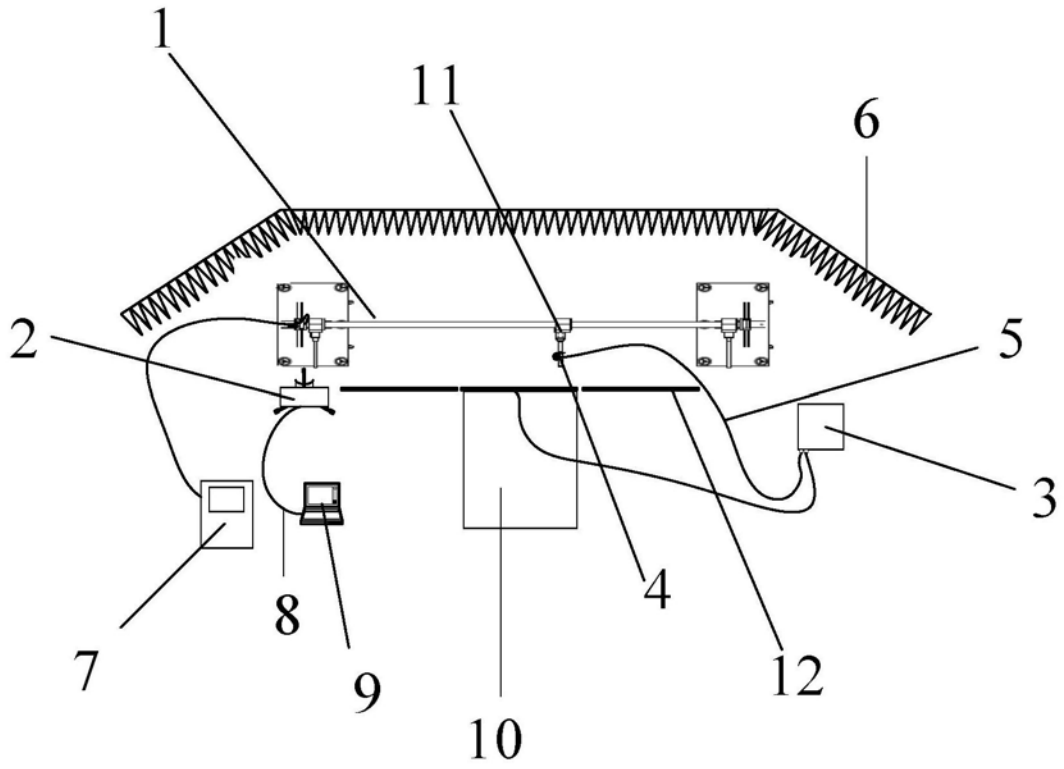


图1

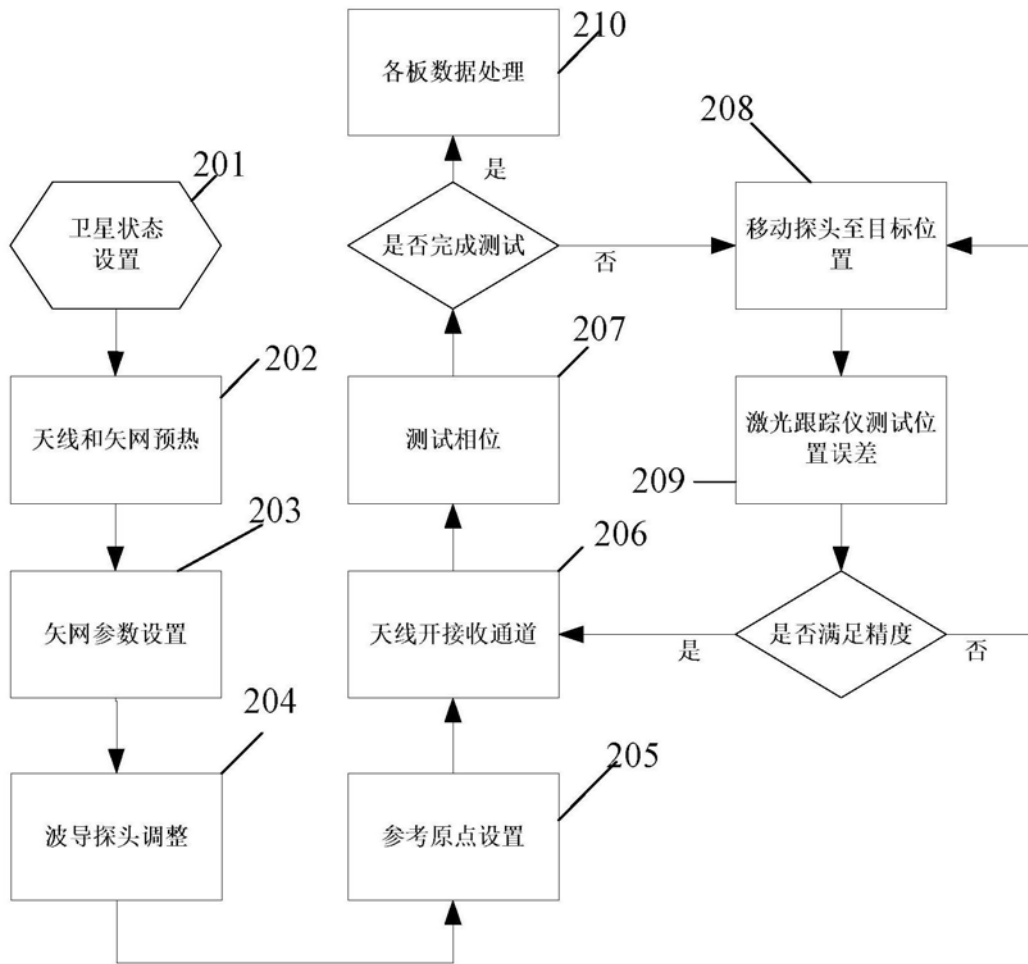


图2