



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109484668 A

(43)申请公布日 2019.03.19

(21)申请号 201811129581.3

(22)申请日 2018.09.27

(71)申请人 中国民用航空飞行学院

地址 618307 四川省德阳市广汉市南昌路
四段46号

(72)发明人 陈爽 张庆峰 樊占鹏

(74)专利代理机构 北京志霖恒远知识产权代理
事务所(普通合伙) 11435

代理人 赵奕

(51)Int.Cl.

B64F 5/60(2017.01)

G01B 21/32(2006.01)

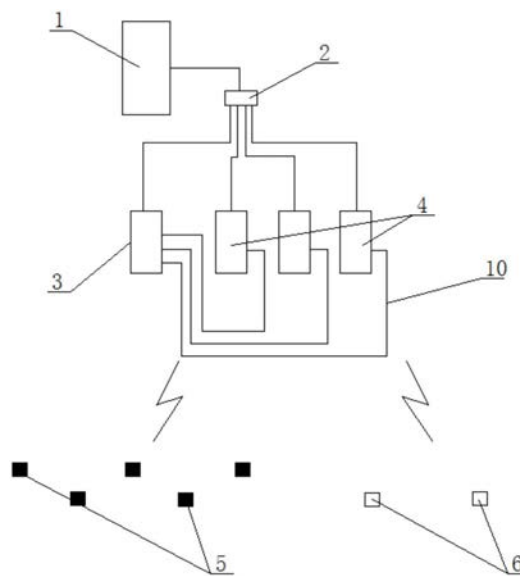
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种机载飞机水平测量方法及系统

(57)摘要

本发明涉及一种机载飞机水平测量方法,包括以下步骤:接收固定于飞机纵向水平基准点、横向水平基准点的第一定位标签发射的脉冲信号,以及固定于飞机特征点的第二定位标签发射的脉冲信号;根据第一定位标签发射的脉冲信号建立飞机水平基准面,基于所述飞机水平基准面建立飞机三维坐标系;根据第二定位标签的脉冲信号,定位各第二定位标签在三维坐标系的三维坐标;根据各第二定位标签的三维坐标判别飞机是否发生形变。不需要每次测量都进行现场布置,能避免操作误差,减少测量程序,缩短测量时间。



1. 一种机载飞机水平测量方法,其特征在于,包括以下步骤:

接收固定于飞机纵向水平基准点、横向水平基准点的第一定位标签发射的脉冲信号,以及固定于飞机特征点的第二定位标签发射的脉冲信号;

根据第一定位标签发射的脉冲信号建立飞机水平基准面,基于所述飞机水平基准面建立飞机三维坐标系;

根据第二定位标签的脉冲信号,定位各第二定位标签在三维坐标系的三维坐标;

根据各第二定位标签的三维坐标判别飞机是否发生形变。

2. 根据权利要求1所述的一种机载飞机水平测量方法,其特征在于,根据第一定位标签发射的脉冲信号建立飞机水平基准面,基于所述飞机水平基准面建立飞机三维坐标系,包括:

基于两个纵向水平基准点的脉冲信号,建立纵向基准线;

基于两个横向水平基准点的脉冲信号,建立横向基准线;

根据纵向基准线、横向基准线建立飞机水平基准面;

分别将纵向基准线、横向基准线作为X轴、Y轴,以垂直于水平基准面的轴线作为Z轴,建立飞机三维坐标系。

3. 根据权利要求1所述的一种机载飞机水平测量方法,其特征在于,根据各第二定位标签的三维坐标判别飞机是否发生形变,包括:

根据各第二定位标签的三维坐标计算各飞机特征点之间的距离以及各飞机特征点之间在坐标系各轴的投影距离,分析飞机各特征点各向对称量的偏差,根据所述各向对称量的偏差判别飞机是否发生形变。

4. 根据权利要求1所述的一种机载飞机水平测量方法,其特征在于,所述形变包括各向拉伸、压缩、弯曲、扭曲中的至少一种。

5. 一种机载飞机水平测量系统,其特征在于,包括数据处理装置、第一定位标签、第二定位标签,所述数据处理装置包括定位服务器、数据接收单元;

所述第一定位标签固定于飞机纵向水平基准点、横向水平基准点,配置用于发射脉冲信号;

所述第二定位标签,固定于飞机特征点,配置用于发射脉冲信号;

所述数据接收单元,配置用于接收第一定位标签、第二定位标签的脉冲信号;

所述定位服务器,配置用于:

根据第一定位标签发射的脉冲信号建立飞机水平基准面,基于所述飞机水平基准面建立飞机三维坐标系,

根据第二定位标签的脉冲信号,定位各第二定位标签在三维坐标系的三维坐标,

根据各第二定位标签的三维坐标判别飞机是否发生形变。

6. 根据权利要求5所述的机载飞机水平测量系统,其特征在于,根据固定于飞机纵向水平基准点、横向水平基准点的第一定位标签发射的脉冲信号建立飞机水平基准面,基于所述飞机水平基准面建立三维坐标系,包括:

基于两个纵向水平基准点的脉冲信号,建立纵向基准线;

基于两个横向水平基准点的脉冲信号,建立横向基准线;

根据纵向基准线、横向基准线建立飞机水平基准面;

分别将纵向基准线、横向基准线作为X轴、Y轴,以垂直于水平基准面的轴线作为Z轴,建立飞机三维坐标系。

7.根据权利要求5所述的机载飞机水平测量系统,其特征在于,根据各第二定位标签的三维坐标判别飞机是否发生形变,包括:

根据各第二定位标签的三维坐标计算各飞机特征点之间的距离以及各飞机特征点之间在坐标系各轴的投影距离,分析飞机各特征点各向对称量的偏差,根据所述各向对称量的偏差判别飞机是否发生形变。

8.根据权利要求5所述的机载飞机水平测量系统,其特征在于,所述数据接收单元包括若干定位基站,

所述定位服务器与定位基站通过以太网交换机互联;

各所述定位基站之间通过时间同步电缆10保持时间同步,用于接收第二定位标签、第一定位标签的脉冲信号。

9.根据权利要求8所述的机载飞机水平测量系统,其特征在于,飞机上固定4-6个定位基站,4-6个所述定位基站分散分布于飞机内,其中一个所述定位基站为主定位基站,其余定位基站为从定位基站,所述从定位基站均与主定位基站保持时间同步。

一种机载飞机水平测量方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及测量技术,尤其涉及一种机载飞机水平测量方法及系统。

背景技术

[0002] 飞机水平测量又称飞机的特征点测量,飞机水平测量是通过在机体表面上设置特征点来进行检测的,特征点是在部件装配时在部件表面规定的位置上,使用特定工具或工装制出的记号,如冲点、小孔、特制铆钉、螺钉等,形式不一,这些特征点称为水平测量点。

[0003] 飞机水平测量是对飞机各大部件间的相对几何关系及自身几何变形情况的检测,通过测量水平测量点来检测飞机总体装配质量和实际使用中外形与设计时的理论外形的偏差量是否满足设计的要求。

[0004] 传统的水平测量方法主要采用水准仪、标尺、卷尺及铅锤等工具进行测量,每次测量时须要定位测量点和飞机水平基准面,且使用肉眼观测的过程中不可避免产生误差。

[0005] 近年来随着光学、电子、计算机等技术的日益成熟,人们利用激光的反射原理进行地面飞机水平测量。但一方面使用激光测量系统时,必须在飞机停靠至指定测量场地时才可进行测量,且测量时每一个特征点均需要4点定位,测量过程比较复杂,另外,由于每一次飞机停靠位置不同,激光发射器的位置及发射角度,都需要进行现场调节,现场布置时人员操作误差不可避免;另一方面,激光直线传播、不具穿透力,不能进行非视距测量,致使激光测量系统受到测量范围的限制,对于大尺寸飞机的水平测量,不能够一次性测量所有飞机上所有的特征点,需要采用间接测量的方式进行测量,致使测量十分复杂,测量所需时间较长。

[0006] 另外,激光测量系统误差受空气的温度及湿度影响很大,并且在高湿度的测量环境中,激光雷达的辅助测量工具球会快速的氧化生锈,影响激光雷达的标定精度,无法保证其测量质量。

发明内容

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明的目的在于提供一种机载飞机水平测量方法及系统,将超宽带机载水平测量设备应用于飞机水平测量,能够大大降低飞机水平测量的工作量度。

[0008] 根据本发明的一个方面,提供了一种机载飞机水平测量方法,包括以下步骤:

[0009] 接收固定于飞机纵向水平基准点、横向水平基准点的第一定位标签发射的脉冲信号,以及固定于飞机特征点的第二定位标签发射的脉冲信号;

[0010] 根据第一定位标签发射的脉冲信号建立飞机水平基准面,基于所述飞机水平基准面建立飞机三维坐标系;

[0011] 根据第二定位标签的脉冲信号,定位各第二定位标签在三维坐标系的三维坐标;

[0012] 根据各第二定位标签的三维坐标判别飞机是否发生形变。

[0013] 进一步的,根据固定于飞机纵向水平基准点、横向水平基准点的第一定位标签发

射的脉冲信号建立飞机水平基准面,进而建立三维坐标系,包括:

[0014] 基于两个纵向水平基准点的脉冲信号,建立纵向基准线;

[0015] 基于两个横向水平基准点的脉冲信号,建立横向基准线;

[0016] 根据纵向基准线、横向基准线建立飞机水平基准面。

[0017] 分别将纵向基准线、横向基准线和垂直于水平基准面的轴线作为X轴、Y轴、Z轴,建立飞机三维坐标系。

[0018] 进一步的,根据各第二定位标签的三维坐标计算各飞机特征点之间的距离以及各飞机特征点之间在坐标系各轴的投影距离,分析飞机各特征点各向对称量的偏差,根据所述各向对称量的偏差判别飞机是否发生形变。

[0019] 进一步的,所述形变包括拉伸、压缩、弯曲、扭曲中的至少一种。

[0020] 根据本发明的另一个方面,提供了一种机载飞机水平测量系统,包括数据处理装置、第一定位标签、第二定位标签,所述数据处理装置包括定位服务器、数据接收单元;

[0021] 所述第一定位标签固定于飞机纵向水平基准点、横向水平基准点,配置用于发射脉冲信号;

[0022] 所述第二定位标签,固定于飞机特征点,配置用于发射脉冲信号;

[0023] 所述数据接收单元,配置用于接收第一定位标签、第二定位标签的脉冲信号;

[0024] 所述定位服务器,配置用于:

[0025] 根据第一定位标签发射的脉冲信号建立飞机水平基准面,基于所述飞机水平基准面建立飞机三维坐标系,

[0026] 根据第二定位标签的脉冲信号,定位各第二定位标签在三维坐标系的三维坐标,

[0027] 根据各第二定位标签的三维坐标判别飞机是否发生形变。

[0028] 进一步的,根据固定于飞机纵向水平基准点、横向水平基准点的第一定位标签发射的脉冲信号建立飞机水平基准面,基于所述飞机水平基准面建立三维坐标系,包括:

[0029] 基于两个纵向水平基准点的脉冲信号,建立纵向基准线;

[0030] 基于两个横向水平基准点的脉冲信号,建立横向基准线;

[0031] 根据纵向基准线、横向基准线建立飞机水平基准面;

[0032] 分别将纵向基准线、横向基准线作为X轴、Y轴,以垂直于水平基准面的轴线作为Z轴,建立飞机三维坐标系。

[0033] 进一步的,根据各第二定位标签的三维坐标判别飞机是否发生形变,包括:

[0034] 根据各第二定位标签的三维坐标计算各飞机特征点之间的距离以及各飞机特征点之间在坐标系各轴的投影距离,分析飞机各特征点各向对称量的偏差,根据所述各向对称量的偏差判别飞机是否发生形变。

[0035] 进一步的,所述数据接收单元包括若干定位基站,

[0036] 所述定位服务器与定位基站通过以太网交换机互联;

[0037] 各所述定位基站之间通过时间同步电缆10保持时间同步,用于接收第二定位标签、第一定位标签的脉冲信号。

[0038] 进一步的,飞机上固定4-6个定位基站,4-6个所述定位基站分散分布于飞机内,其中一个所述定位基站为主定位基站,其余定位基站为从定位基站,所述从定位基站均与主定位基站保持时间同步。

[0039] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0040] 1、本发明将超宽带机载水平测量设备应用于飞机水平测量,定位基站和定位标签固定在飞机上,得到飞机特征点的位置变化数据,可实时测量、记录飞机的形变状态,不需要每次测量都进行现场布置,能避免操作误差,减少测量程序,缩短测量时间。

[0041] 2、本发明定位标签、定位基站均可固定在飞机上,UWB脉冲信号与同属高精度定位技术的激光相比,成本低,穿透力强,可透过障碍物进行非视距测量,能够一次性直接测量所有飞机上所有的特征点,另外,UWB脉冲信号不受空气的温度及湿度影响,抗干扰能力强。

[0042] 3、本发明超高频定位标签的尺寸小,方便固定于飞机测量点,定位基站和定位标签在初次安装后便固定于飞机上,安装方便。一方面,不需要每次测量都进行现场布置,能避免操作误差,另一方面,由于飞行过程中气流、气压不断变化,飞机会随之产生一定的形变,本发明能够对飞行中飞机的形变数据进行实时测量,亦可对飞机不当过载飞行或着陆受损时关键结构点的位置变化数据进行实时测量,不仅大大降低了飞机水平测量的工作量,且一旦飞机形变量超过理论形变范围可及时安排对飞机进行维护,避免发生飞行事故。

[0043] 4、本发明UWB脉冲(超宽带脉冲)是一种无载波通信技术,利用纳秒级至微微秒级的非正弦波窄脉冲传输数据,在较宽的频谱上传送极低功率的信号,同时,UWB脉冲因极高的工作频率和极低的占空比而具有很高的分辨率,使得UWB脉冲的多径信号在时间上不易重叠,能利用发射信号的能量,分离出多径分量,具有大带宽和高多径分辨力的特点。实验表明,对常规无线电信号多径衰落深达10~30dB的多径环境,UWB脉冲信号的衰落最多不到5dB,可进行非视距测量。

附图说明

[0044] 图1为本发明机载飞机水平测量系统的结构示意图。

[0045] 图2为飞机特征点选取示意图。

[0046] 图3为处于三维坐标系中的飞机示意图。

[0047] 图4为测量特征点距离示意图。

[0048] 图中,1-定位服务器,2-以太网交换机,3-主定位基站,4-从定位基站,5-第二定位标签,6-第一定位标签,7-飞机特征点,8-横向水平基准点,9-纵向水平基准点,10-时间同步电缆,11-基准测量面。

具体实施方式

[0049] 为了更好的了解本发明的技术方案,下面结合具体实施例、说明书附图对本发明作进一步说明。

[0050] 实施例1:

[0051] 本实施例提供了一种机载飞机水平测量系统,包括数据处理装置、第二定位标签5、第一定位标签6,所述数据处理装置包括定位服务器1、数据接收单元;

[0052] 所述第二定位标签5,固定于飞机特征点7,配置用于发射脉冲信号;

[0053] 第一定位标签6,固定于飞机横向水平基准点8、纵向水平基准点9,配置用于发射脉冲信号;

[0054] 所述数据接收单元包括4-6个定位基站,所述定位服务器1与定位基站通过以太网

交换机2互联;4-6个所述定位基站分散分布于飞机内,其中一个所述定位基站为主定位基站,其余定位基站为从定位基站,所述从定位基站均与主定位基站保持时间同步,定位基站用于接收第二定位标签5、第一定位标签6的脉冲信号。

[0055] 所述定位服务器1,配置用于:

[0056] 根据第一定位标签发射的脉冲信号建立飞机水平基准面,基于所述飞机水平基准面建立飞机三维坐标系,

[0057] 根据第二定位标签的脉冲信号,定位各第二定位标签在三维坐标系的三维坐标,

[0058] 根据各第二定位标签的三维坐标判别飞机是否发生形变,具体为:根据各第二定位标签的三维坐标计算各飞机特征点之间的距离以及各飞机特征点之间在坐标系各轴的投影距离,分析飞机各特征点各向对称量的偏差,判别飞机是否发生形变。

[0059] 定位服务器1根据不同定位基站接收到的来自定位标签的脉冲信号,运用到到达时间(TOA)、到达时间差(TDOA)和到达角度(AOA)的混合定位方法,由已知的基站位置坐标及各时间、角度测量值所确定的圆、双曲线或方向角来确定定位标签的位置,可对飞机整机特征点的变形量进行计算,为研究飞机空中结构动态变化和事故损伤变形过程提供珍贵与关键的数据,为飞机设计和力学研究人员提供飞机过载或损伤时结构变形的第一手资料。

[0060] 上述机载飞机水平测量系统对应的测量方法,包括以下步骤:

[0061] S1:建立飞机水平基准面:如图4所示,第一定位标签6、第二定位标签5不间断发射UWB脉冲信号(UWB脉冲信号对航空波段无干扰),以脉冲信号串的形式被定位基站接收。

[0062] 定位服务器基于两个纵向水平基准点9的脉冲信号,建立纵向基准线;基于两个横向水平基准点8的脉冲信号,建立横向基准线;

[0063] 定位服务器1根据纵向基准线、横向基准线建立飞机水平基准面。

[0064] S2:建立基准测量坐标系:分别将纵向基准线、横向基准线作为X轴、Y轴,以垂直于水平基准面的轴线作为Z轴,建立飞机三维坐标系。

[0065] S3:根据第二定位标签的脉冲信号,定位各第二定位标签在三维坐标系的三维坐标;

[0066] 第二定位标签5固定点的选取,与传统水平测量选取的测量点一致(现有技术),对于机身来说,可选取机身前后主要受力隔框两侧的对称点作为测量点;对机翼来说,可选取前后翼梁与加强翼肋之间的铆接点。本实施例第二定位标签5、第一定位标签6发射的UWB脉冲频率为:3.1-10.6GHz,符合美国联邦通讯委员会规定的工作频段。

[0067] S4:根据各第二定位标签的三维坐标计算各飞机特征点之间的距离以及各飞机特征点之间在坐标系各轴的投影距离,分析飞机各特征点各向对称量的偏差,进而判别飞机是否发生形变。所述形变包括拉伸、压缩、弯曲、扭曲,如:er或fr或ny或my的变化体现飞机出现拉伸或压缩;ex'或gx'或nx或mx或xx'或ei或gk的变化体现飞机出现弯曲或扭曲。

[0068] 在飞行过程中,飞机各部件的受力变化导致各部件变形量亦随之变化,故定位服务器1获得的第二定位标签三维坐标值随时间变化,进一步数据分析可得到飞机飞行过程中的全机测量点的坐标动态变化,并计算各飞机特征点之间的距离以及各飞机特征点之间在坐标系各轴的投影距离,与理论数据相比较,分析飞机各特征点各向对称量的偏差,判别飞机是否发生形变,形成测量报告。

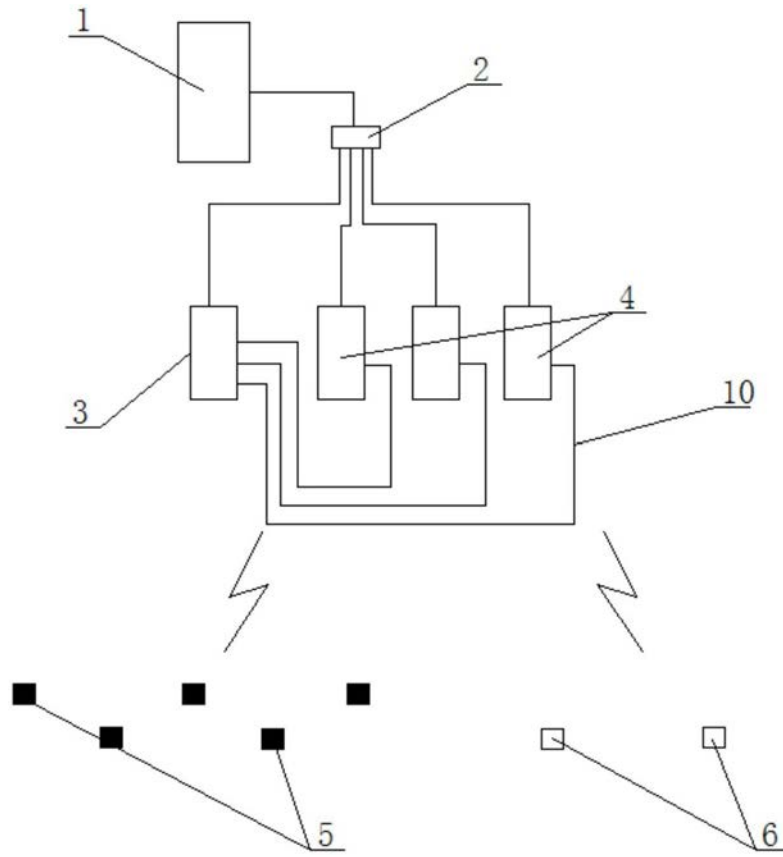


图1

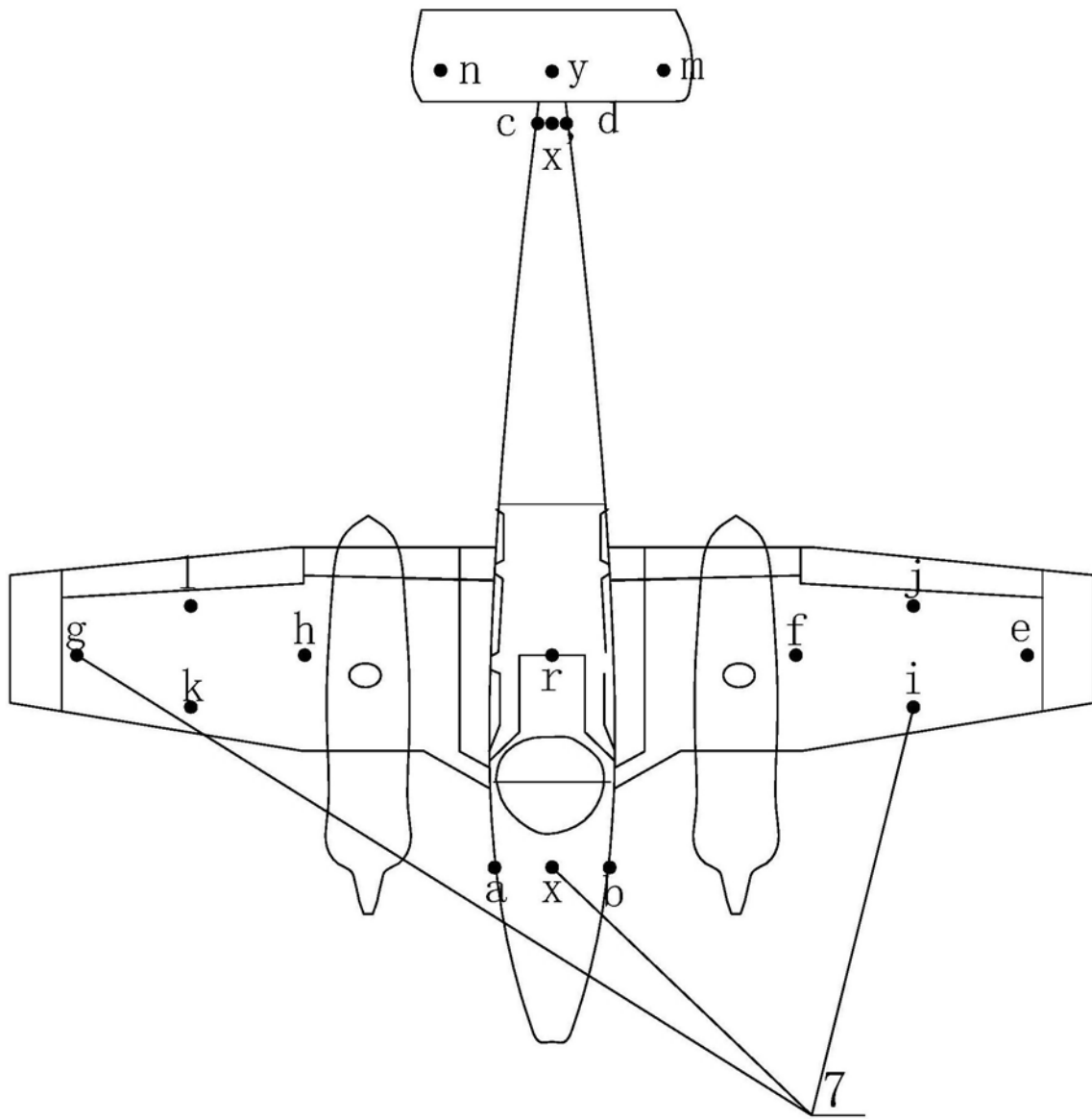


图2

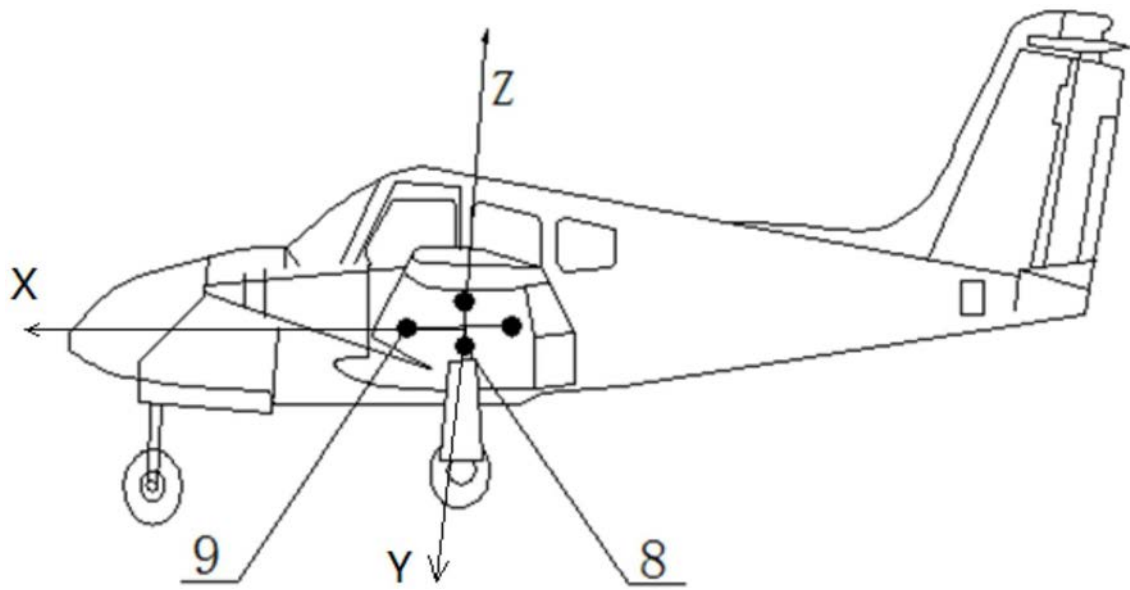


图3

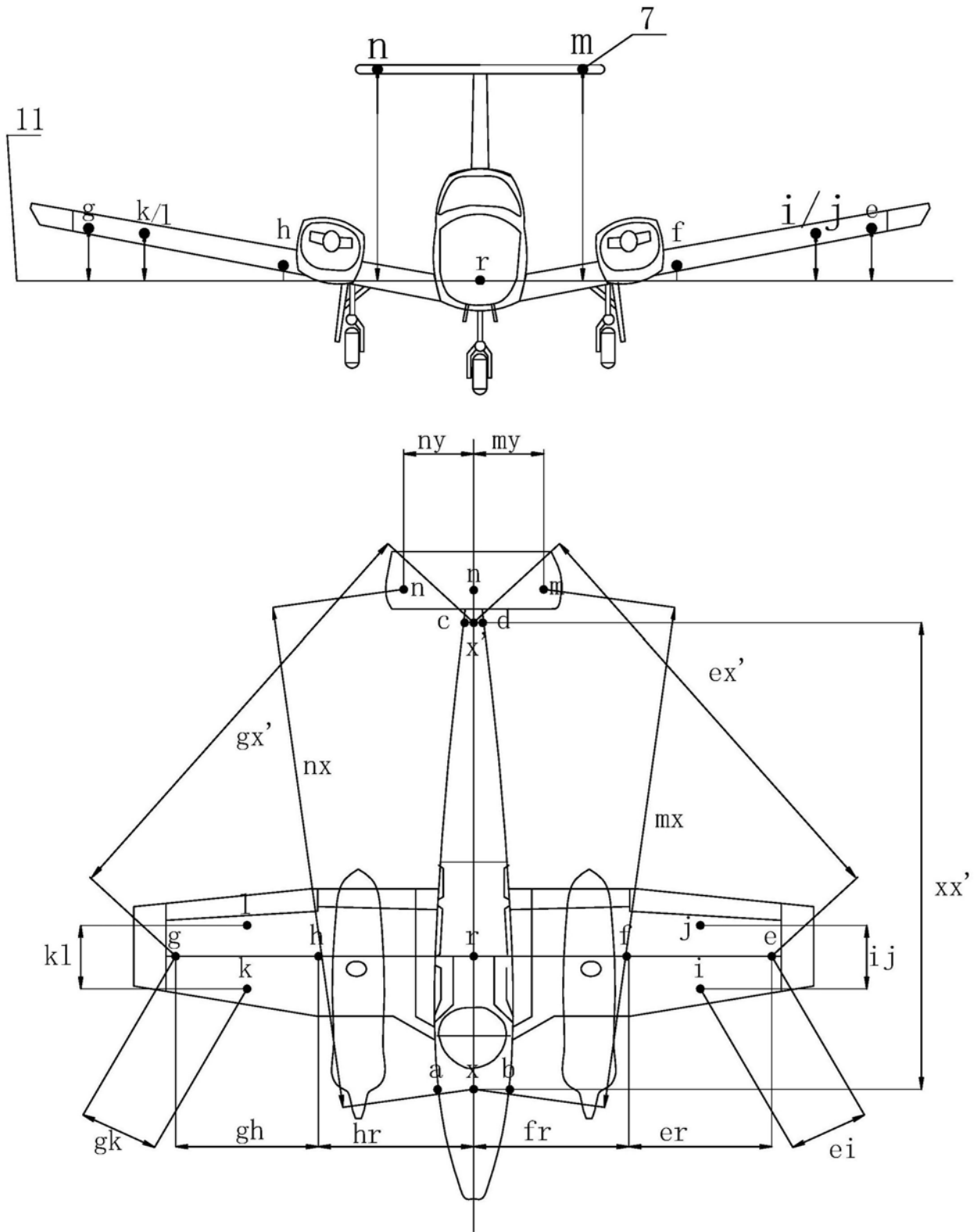


图4