



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103092211 A

(43) 申请公布日 2013.05.08

(21) 申请号 201310001312.X

(22) 申请日 2013.01.05

(71) 申请人 中国航空气动力技术研究院
地址 100074 北京市丰台区云岗西路 17 号

(72) 发明人 蔡永恒 王刚 李刚

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心
11009

代理人 庞静

(51) Int. Cl.
G05D 1/10(2006.01)

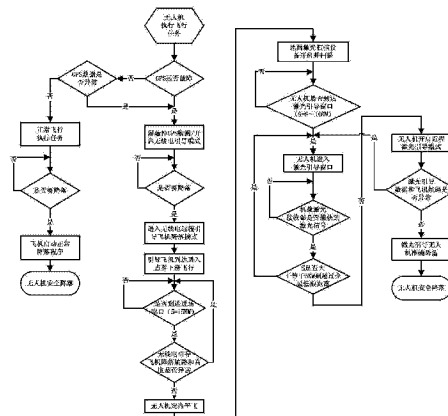
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于无线电和激光引导的无人机应急着陆方法

(57) 摘要

一种基于无线电和激光引导的无人机应急着陆方法,方法依托的设备包括激光扫描器、激光接收器和数据处理器;激光扫描器安装在跑道一端的尽头,扫描中心对准跑道中心线,以正负 5 度到正负 10 度的扫描范围发出片状激光束,两个激光接收器安装在无人机机翼的两个端部,通过线缆与数据处理器连接,数据处理器安装在无人机的设备舱内;在无人机的飞行控制系统判断接收的 GPS 数据出现故障时,通过远距离无线电引导和近距离激光引导两部分实现无人机的应急着陆。



1. 一种基于无线电和激光引导的无人机应急着陆方法,其特征在于:方法依托的设备包括激光扫描器、激光接收器和数据处理器;激光扫描器安装在跑道一端的尽头,扫描中心对准跑道中心线,以正负 5 度到正负 10 度的扫描范围发出片状激光束,两个激光接收器安装在无人机机翼的两个端部,通过线缆与数据处理器连接,数据处理器安装在无人机的设备舱内;在无人机的飞行控制系统判断接收的 GPS 数据出现故障时,应急着陆方法步骤如下:

(1) 屏蔽掉 GPS 数据,转入无线电引导模式,地面测控站通过无线电将无人机到地面测控站的距离、方位角、俯仰角和地面测控站的 GPS 经纬度信息发送至无人机的飞行控制系统;

(2) 无人机的飞行控制系统根据接收的无人机到地面测控站的距离、方位角、俯仰角和地面测控站的 GPS 经纬度信息,粗略推算出无人机的经纬度信息,无人机飞行控制系统根据推算出的经纬度信息进行自主导航,直至飞入进场窗口;

(3) 无人机根据地面测控站的无线电引导,沿着跑道中线方向定高平飞;

(4) 进入激光引导窗口,即无人机飞行至距离跑道近端头 8 到 10 公里的位置,判断激光接收器是否接收到激光扫描器发出的激光信息,若没有接收到,转步骤(5),否则转步骤(6);

(5) 无人机维持原飞行状态,在此过程中继续判断激光接收器是否接收到激光扫描器发出的激光信息,与此同时飞行控制系统判断无人机距离跑道近端头的距离是否低于 5 公里,若低于 5 公里,则控制无人机复飞返场,从步骤(4)重新开始;

(6) 数据处理器根据接收的激光信息确定无人机当前的方向以及无人机与激光扫描器之间的距离,无人机飞行控制系统根据无人机当前方向调整无人机以正对跑道中心的方向飞行,并根据无人机与激光扫描器之间的距离控制无人机在跑道上安全着陆。

一种基于无线电和激光引导的无人机应急着陆方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种无人机在 GPS 设备发生故障或者 GPS 信号被干扰和丢失情况下飞机可以安全、精确着陆的方法,增加无人机降落时的安全性,提高机场安全保障条件。

背景技术

[0002] 无人机降落时必须以特定的航向角度和高度接近跑道才能准确降落,在这个过程中,传统的着陆过程是无人机通过 GPS 所给出的位置信息、高度信息、速度方向信息来进行航迹控制的。但是,机载 GPS 设备一旦发生故障或者 GPS 信号被干扰和丢失,则会导致整个引导系统停止工作,会影响到无人机的安全降落,严重情况下无人机甚至会丢失坠毁。目前,在滑跑起降无人机的安全回收中,很少有无人机具备应急的着陆引导系统,当 GPS 出现故障和问题时,无人机操作手只能开启手动遥控飞机降落或者靠精度较差的无线电引导来使无人机降落,这导致无人机可以安全降落的几率大大降低。因此,随着无人机着陆引导在现代无人机中的作用越来越重要,有必要设计一种在无人机无 GPS 情况下应急着陆引导的方法,从而保证无人机的精确着陆,增加无人机降落时的安全性。

发明内容

[0003] 本发明的技术解决问题是:克服现有技术的不足,提供一种基于无线电和激光引导的无人机应急着陆方法,可以在无 GPS 情况下实现无人机的精确安全着陆。

[0004] 本发明的技术解决方案是:一种基于无线电和激光引导的无人机应急着陆方法,方法依托的设备包括激光扫描器、激光接收器和数据处理器;激光扫描器安装在跑道一端的尽头,扫描中心对准跑道中心线,以正负 5 度到正负 10 度的扫描范围发出片状激光束,两个激光接收器安装在无人机机翼的两个端部,通过线缆与数据处理器连接,数据处理器安装在无人机的设备舱内;在无人机的飞行控制系统判断接收的 GPS 数据出现故障时,应急着陆方法步骤如下:

[0005] (1) 屏蔽掉 GPS 数据,转入无线电引导模式,地面测控站通过无线电将无人机到地面测控站的距离、方位角、俯仰角和地面测控站的 GPS 经纬度信息发送至无人机的飞行控制系统;

[0006] (2) 无人机的飞行控制系统根据接收的无人机到地面测控站的距离、方位角、俯仰角和地面测控站的 GPS 经纬度信息,粗略推算出无人机的经纬度信息,无人机飞行控制系统根据推算出的经纬度信息进行自主导航,直至飞入进场窗口;

[0007] (3) 无人机根据地面测控站的无线电引导,沿着跑道中线方向定高平飞;

[0008] (4) 进入激光引导窗口,即无人机飞行至距离跑道近端头 8 到 10 公里的位置,判断激光接收器是否接收到激光扫描器发出的激光信息,若没有接收到,转步骤(5),否则转步骤(6);

[0009] (5) 无人机维持原飞行状态,在此过程中继续判断激光接收器是否接收到激光扫描器发出的激光信息,与此同时飞行控制系统判断无人机距离跑道近端头的距离是否低于

5 公里,若低于 5 公里,则控制无人机复飞返场,从步骤(4)重新开始;

[0010] (6) 数据处理器根据接收的激光信息确定无人机当前的方向以及无人机与激光扫描器之间的距离,无人机飞行控制系统根据无人机当前方向调整无人机以正对跑道中心的方向飞行,并根据无人机与激光扫描器之间的距离控制无人机在跑道上安全着陆。

[0011] 本发明与现有技术相比有益效果为:

[0012] (1) 为了克服机载 GPS 设备一旦发生故障或者 GPS 信号被干扰和丢失情况下导致整个无人机引导系统停止工作而无法安全着陆的不足,本发明设计了一种应用于无人机的应急着陆方法,通过将着陆过程分成远距离引导和近距离引导两部分,分别通过无线电进行远距离粗调,通过激光引导取代 GPS 接收机所得到的相关信息进行精调,保证无人机的安全降落。

[0013] (2) 本发明在安全着陆过程中,采用传统可靠的进场窗口,通过设置着陆安全最低限,在没有进入安全最低限前接收到激光信息时,能够保证无人机有足够的时间和距离进行安全着陆,否则,通过重新返场的方式进一步提高无人机着陆的安全性。

附图说明

[0014] 图 1 是本发明远距离无线电引导过程示意图;

[0015] 图 2 是本发明近距离激光引导过程示意图;

[0016] 图 3 是本发明无人机进场、应急引导与复飞示意图;

[0017] 图 4 是本发明激光扫描、引导示意图;

[0018] 图 5 是本发明应急着陆方法的流程图。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图对本发明做详细说明,为了更好的理解本发明,下面首先对本发明依托的设备进行解释。

[0020] 本发明依托的设备包括激光扫描器、激光接收器和数据处理器;

[0021] 激光扫描器安装在跑道一端的尽头,扫描中心对准跑道中心线,以正负 5 度到正负 10 度的扫描范围发出片状激光束,扫描频率一定。

[0022] 两个激光接收器安装在无人机机翼的两个端部,通过线缆与数据处理器连接,数据处理器安装在无人机的设备舱内,通过串口与飞控计算机相连。

[0023] 如图 5 所示,无人机在执行任务时,地面测控站计算机把地面测控站 GPS 接收机送来的位置数据与测控站的实际位置数据不断进行比较,得到位置修正量,并通过地面测控站的无线电台发射出去。机载计算机把 GPS 接收机送来的飞机位置数据与无线电接收机送来的位置修正量进行数据处理,得到比较准确的位置数据,再把该数据与预定航线进行比较得到实际航迹点偏离预定航线的误差信号,并把它送到飞行控制系统,使飞机回到预定航向上,完成飞行任务时的自主 GPS 导航;当飞机需要降落时,机载计算机得到的比较准确的 GPS 位置数据确定当前航迹,并与预定下滑航迹进行比较,得出偏差,并把偏差量送到飞行控制系统,飞行控制系统控制无人机的飞行位置,使其跟踪降落下滑航线,按照预先规划的航线安全降落。

[0024] 当机载 GPS 设备发生故障,或者 GPS 信号受到干扰和丢失时,将会导致上述无人

机的正常工作流程无法顺利进行,飞机的飞行任务和降落过程都会受到影响,飞行控制系统由于得不到有效的 GPS 数据进而无法准确的控制飞机航迹,更无法精确将无人机引导着陆。

[0025] 本发明正是为了解决上述问题而设计的技术方案,主要包含远距离无线电引导和近距离激光引导两部分。

[0026] 一、远距离无线电引导

[0027] 远程无线电引导阶段,从机载 GPS 发生故障后由地面测控站用无线电引导飞机到达进场窗口至激光引导窗口为止。在图 1 中,远程无线电引导的主要构成是地面测控站。它是无人机自带的地面测控站,由于需要提供相对准确的无线电测角,所以需要将测控站准确的平行或者垂直于跑道进行固定,并与经过标定的跑道航向进行初始校准,使得地面测控站的 GPS 信息满足精度要求。

[0028] 具体步骤如下:

[0029] (1) 屏蔽掉 GPS 数据,转入无线电引导模式,地面测控站通过无线电将无人机到地面测控站的距离、方位角、俯仰角和地面测控站的 GPS 经纬度信息发送至无人机的飞行控制系统;

[0030] (2) 无人机的飞行控制系统根据接收的无人机到地面测控站的距离、方位角、俯仰角和地面测控站的 GPS 经纬度信息,如图 1 所示,粗略推算出无人机的经纬度信息,无人机飞行控制系统根据推算出的经纬度信息进行自主导航,直至飞入进场窗口;

[0031] 如图 3 所示,进场窗口定义为距离机场跑道近端头 13-15 公里,高度 500-800 米的范围。

[0032] 无人机通过无线电与地面测控站完成数据通信,地面测控站具备无线电信号搜索、跟踪和定位功能,可以使无人机始终沿无线电指示轨迹飞行;测控站天线具有两轴伺服系统,通过伺服系统的方向传感器测量天线的水平和俯仰角度变化进而获取无人机的方位角和俯仰角,给出无人机当前航迹与预定航迹的偏差,同时通过无线电信号测距装置就可以提供无人机相对于地面测控站的位置,再根据地面测控站的已预先采集的地面测控站 GPS 位置信息就可以完成对无人机的粗略定位。最后,经无线数传电台将这些信息传送到飞行控制系统,对无人机航迹进行修正,组成闭环控制系统来控制飞机。无人机通过推算出来的位置信息和自身高度传感器给出的高度信息,就可以完成在无 GPS 情况下的自主导航,飞到指定区域。

[0033] 当然,此过程也可以通过人工根据无人机传输至地面测控站的无人机经纬度信息进行人工导航,直至飞到制定区域。

[0034] (3) 无人机根据地面测控站的无线电引导,沿着跑道方向定高平飞;

[0035] 远距离无线电引导过程中,无人机需要以固定高度飞行,航程约 5 ~ 7km,这个过程中,在飞机到达激光引导窗口之前,飞机要飞入激光扫描光束的扇形区域内。在远距离无线电引导阶段激光扫描设备就需要开启并进行扫描。

[0036] 二、近距离激光引导

[0037] 近距离激光引导是从激光引导窗口至着陆阶段。近距离激光引导中需要利用的设备包括无人机上自带的磁航向仪。预先在跑道上根据已经标定好的跑道航向,对磁航向仪的偏差进行修正,用做无人机飞行和应急着陆航向控制和滑跑控制。

[0038] 具体步骤如下：

[0039] (4)进入激光引导窗口,即无人机飞行至距离跑道近端头 8 到 10 公里的位置,判断激光接收器是否接收到激光扫描器发出的激光信息,若没有接收到,转步骤(5),否则转步骤(6)；

[0040] (5)无人机维持原飞行状态(方向及高度),并判断无人机距离跑道近端头的距离是否低于 5 公里,若低于 5 公里,则控制无人机复飞返场,从步骤(4)重新开始；

[0041] (6) 数据处理器根据接收的激光信息确定无人机当前的方向以及无人机与激光扫描器之间的距离,无人机飞行控制系统根据无人机当前方向调整无人机以正对跑道中心的方向飞行,并根据无人机与激光扫描器之间的距离控制无人机在跑道上安全着陆。

[0042] 这里激光扫描器以某一固定频率向外发射脉冲激光束,并且对脉冲激光束进行了编码工作,即不同的扫描角度处的激光脉冲信息不同,由此可以确定出激光接收器接收到的激光束所携带的方位信息。图 4 中的 β_1 和 β_2 就是两个激光接收器 (A1、A2) 与激光扫描器连线和跑道中线所成的角度,此时假设无人机与和垂直跑道中线垂直线 L 所成角度 ϕ 飞行, ϕ 角可以由飞机上的磁航向仪给出,那么就可以根据几何关系求出图中所示的 θ_1 和 θ_2 角,两激光接收器的安装距离 D 是已知量,再由三角关系就能求出图中所示的 R,也就可以计算出激光发射器到无人机的距离 S,这里无人机的高度信息由无线电高度表给出,根据勾股定理可以计算出无人机的高度角。无人机的侧偏角由 β_1 和 β_2 确定($\phi = \beta_1 + \frac{\beta_2 - \beta_1}{2}$)

),高度角由 S 和无线电高度表来求出,由此可以确定无人机的方向信息(高度角,侧偏角)和位置信息(距离 S,无人机的经纬度等),其中所得的侧偏角是无人机应急着陆的所需的重要参考信息。无人机飞行控制系统根据无人机当前侧偏角调整无人机以正对跑道中心的方向飞行,将当前高度角与预先设定的高度角(4 度一般)进行比对,调整无人机的飞行高度,控制高度差,使其跟踪预先设定的降落下划线,并根据无人机与激光扫描器之间的距离控制无人机在跑道上安全着陆。

[0043] 本发明未详细说明部分属于本领域技术人员公知常识。

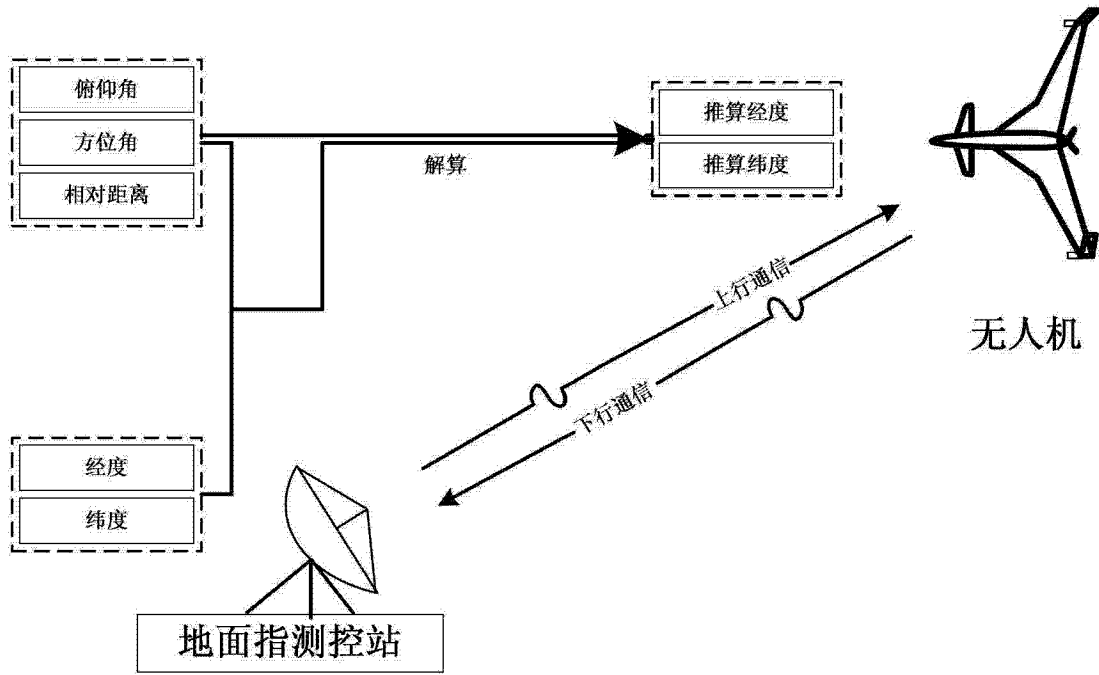


图 1

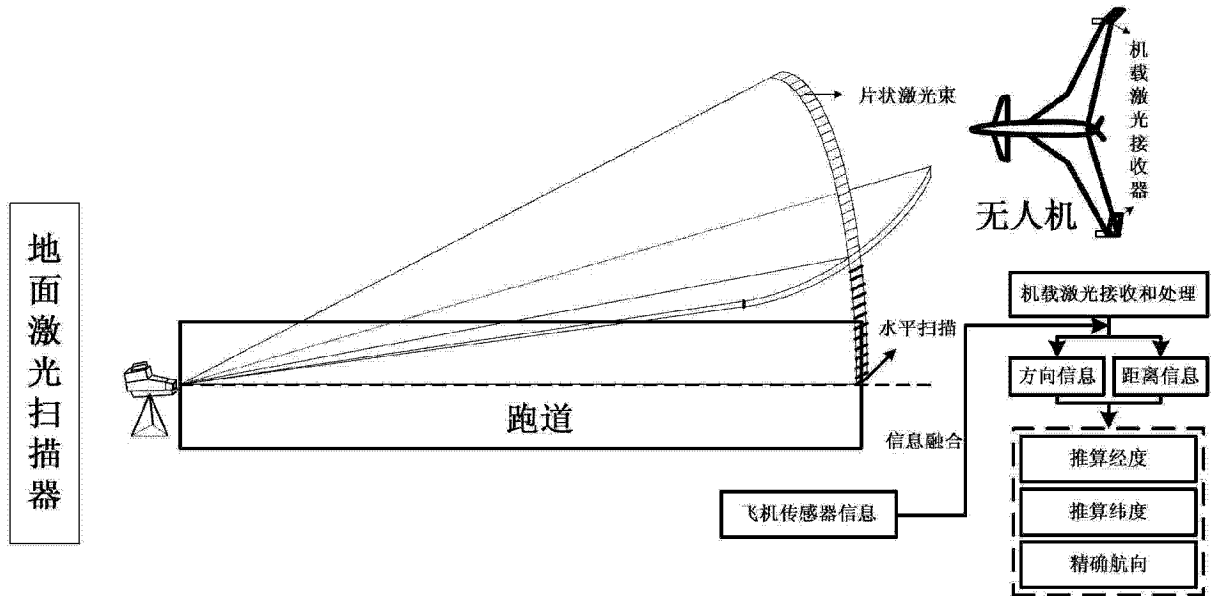


图 2

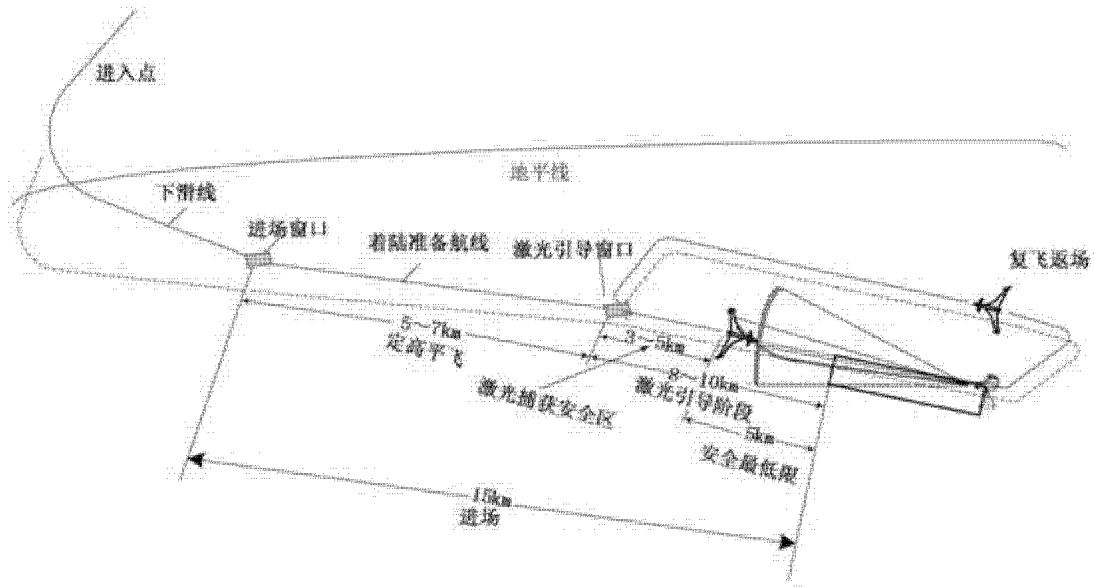


图 3

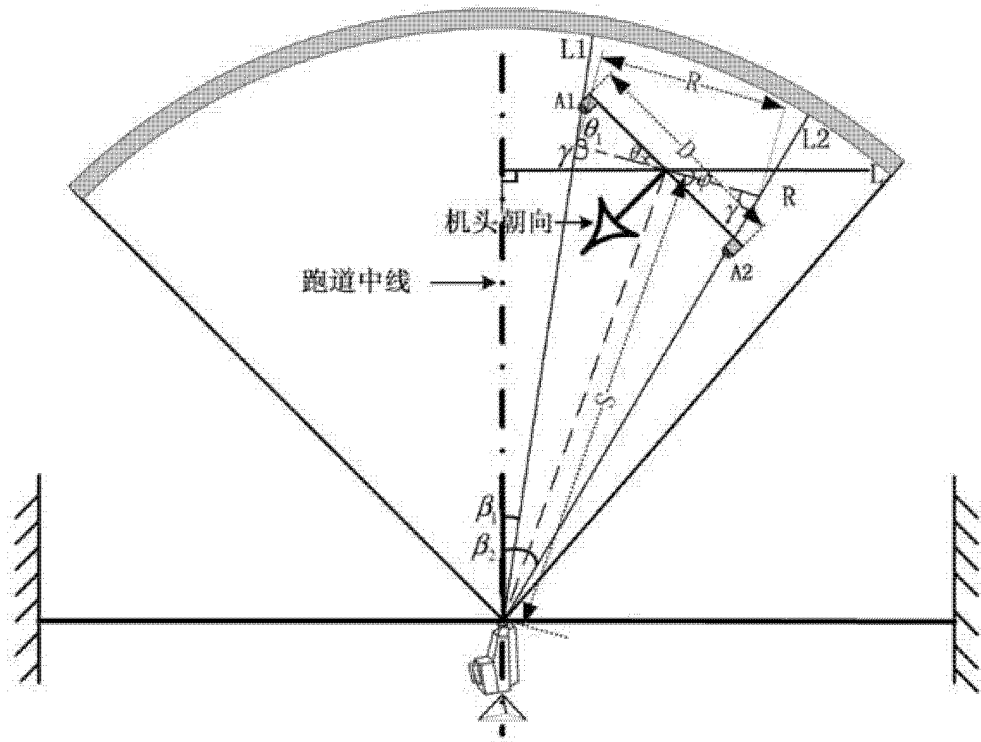


图 4

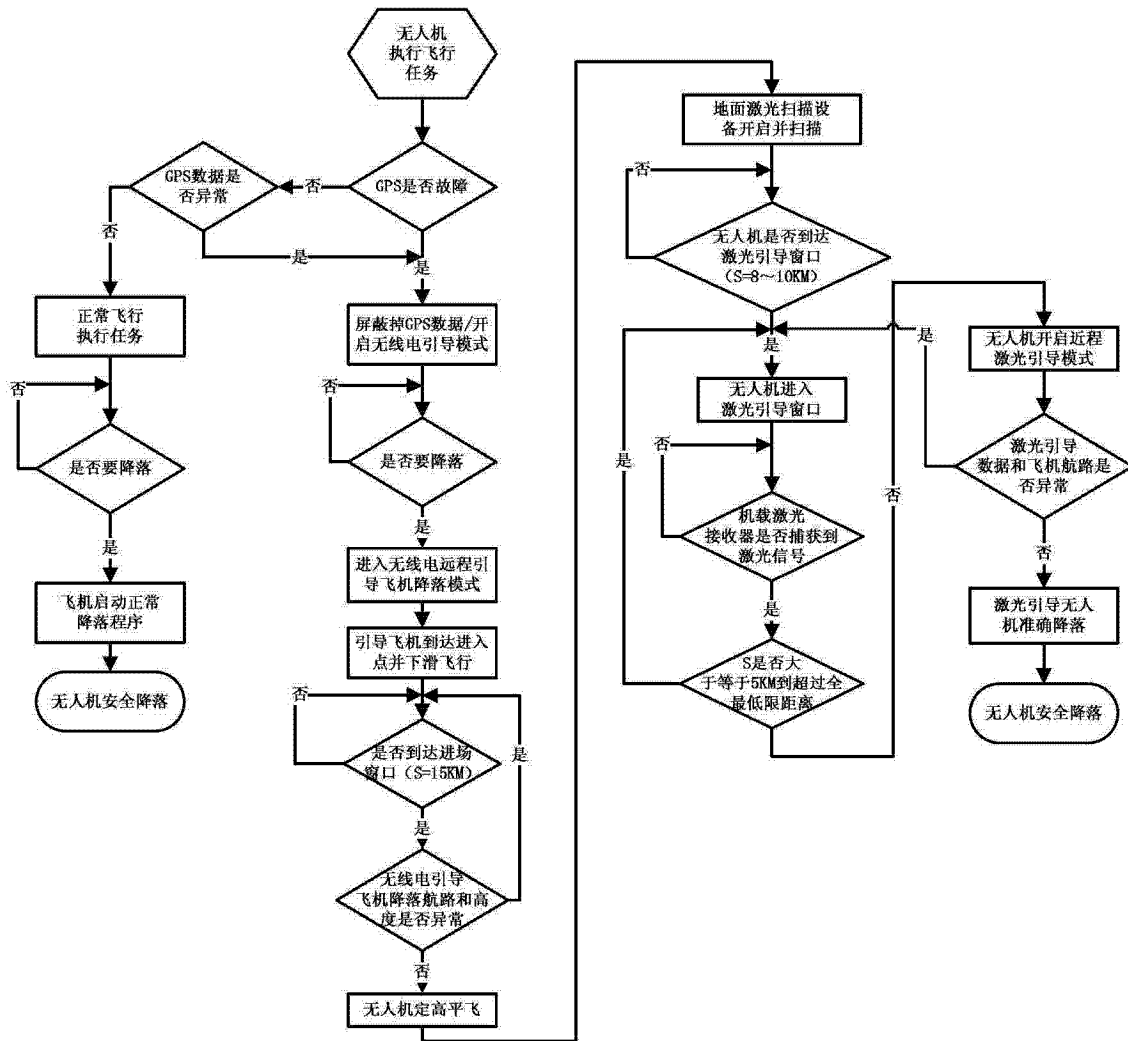


图 5