



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103472847 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 24

(21) 申请号 201310389269. 9

CN 102566441 A, 2012. 07. 11,

(22) 申请日 2013. 08. 30

CN 102789171 A, 2012. 11. 21,

US 2009112388 A1, 2009. 04. 30,

(73) 专利权人 广东电网公司电力科学研究院  
地址 510080 广东省广州市越秀区东风东路  
水均岗 8 号

杨建国等. 基于激光雷达和图像监视的输电线路三维可视化运行管理研究.《重庆市电机工程学会 2008 年学术会议论文》. 2008, 第 295 - 298 页.

专利权人 武汉大学  
中国人民解放军总参谋部第六十研究所

蒋才明等. 基于 GoogleEarth 的输电线路巡视无人机地面站监控系统.《浙江电力》. 2012, (第 2 期), 第 5 - 8 页.

(72) 发明人 彭向阳 陈驰 徐晓刚 张泊宇  
麦晓明 杨必胜 王柯 杨维顺  
韩正伟

王振华等. 基于四旋翼无人机的输电线路巡检系统研究.《中国电力》. 2012, 第 45 卷 (第 10 期), 第 59 - 62 页.

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理有限公司 44224  
代理人 王茹 曾旻辉

审查员 苏进

(51) Int. Cl.

G05D 1/10(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102193559 A, 2011. 09. 21,

CN 103135550 A, 2013. 06. 05,

CN 102914294 A, 2013. 02. 06,

CN 102891453 A, 2013. 01. 23,

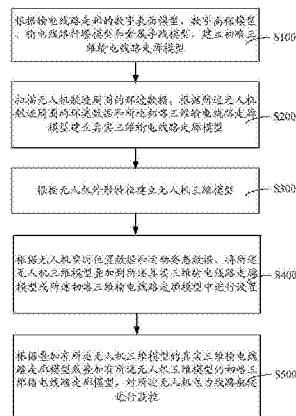
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

无人机电力线路巡检航迹监控方法与系统

(57) 摘要

本发明提供一种无人机电力线路巡检航迹监控方法与系统,建立初略或真实三维输电线路走廊模型,并将无人机三维模型叠加到初略或真实三维输电线路走廊模型中,实时监控无人机与地面、输电线路杆塔和导线、输电线路走廊内树木和建筑物之间的相互关系,以及无人机位置数据和运动姿态数据,帮助无人机操作人员直观、全面了解无人机与输电线路、杆塔、地形以及周边环境,能够重现现场环境与无人机的相互关系,克服视频监控的不足。



CN 103472847 B

1. 一种无人机电力线路巡检航迹监控方法,其特征在于,包括步骤:

根据输电线路走廊的数字表面模型、数字高程模型、输电线路杆塔模型和金属导线模型,建立初略三维输电线路走廊模型,其中,所述输电线路杆塔模型是根据输电线路杆塔位置、塔形和杆塔高度建立的模型,所述金属导线模型是根据金属导线的弧垂计算公式计算金属导线的实时数据建立的模型;

扫描无人机航迹周围的环境数据,根据所述无人机航迹周围的环境数据和所述初略三维输电线路走廊模型建立真实三维输电线路走廊模型,其中,所述环境数据包括地形、输电线路杆塔、导线、输电线路走廊内的树木和建筑物;

根据无人机外形特征建立无人机三维模型;

根据无人机实时位置数据和运动姿态数据,将所述无人机三维模型叠加到所述真实三维输电线路走廊模型或所述初略三维输电线路走廊模型中进行设置;

根据叠加有所述无人机三维模型的真实三维输电线路走廊模型或叠加有所述无人机三维模型的初略三维输电线路走廊模型,对所述无人机电力线路航迹进行监控;

所述根据叠加有所述无人机三维模型的真实三维输电线路走廊模型或叠加有所述无人机三维模型的初略三维输电线路走廊模型,对所述无人机电力线路航迹进行监控具体包括步骤:

确定预设的所述无人机航行位置数据的偏移范围和所述无人机运动姿态数据的浮动范围;

当所述无人机航行位置数据超过所述航行位置数据的偏移范围或者运动姿态数据超过所述运动姿态数据的浮动范围时,发出报警信号。

2. 根据权利要求1所述的无人机电力线路巡检航迹监控方法,其特征在于,所述根据叠加有所述无人机三维模型的真实三维输电线路走廊模型或叠加有所述无人机三维模型的初略三维输电线路走廊模型,对所述无人机电力线路航迹进行监控之后还有步骤:

监控所述无人机周围的天气情况;

当所述无人机周围的天气情况超过预设的天气情况时,发出报警信号。

3. 根据权利要求1所述的无人机电力线路巡检航迹监控方法,其特征在于,所述运动姿态数据包括速度、加速度以及无人机位置朝向数据。

4. 一种无人机电力线路巡检航迹监控系统,其特征在于,包括:

初略模型建立模块,用于根据输电线路走廊的数字表面模型、数字高程模型、输电线路杆塔模型和金属导线模型,建立初略三维输电线路走廊模型,其中,所述输电线路杆塔模型是根据输电线路杆塔位置、塔形和杆塔高度建立的模型,所述金属导线模型是根据金属导线的弧垂计算公式计算金属导线的实时数据建立的模型;

真实模型建立模块,用于扫描无人机航迹周围的环境数据,根据所述无人机航迹周围的环境数据和所述初略三维输电线路走廊模型建立真实三维输电线路走廊模型,其中,所述环境数据包括地形、输电线路杆塔、导线、输电线路走廊内的树木和建筑物;

无人机模型建立单元,用于根据无人机外形特征建立无人机三维模型;

叠加模块,用于根据无人机实时位置数据和运动姿态数据,将所述无人机三维模型叠加到所述真实三维输电线路走廊模型或所述初略三维输电线路走廊模型中进行设置;

监控模块,用于根据叠加有所述无人机三维模型的真实三维输电线路走廊模型或叠加

有所述无人机三维模型的初略三维输电线路走廊模型,对所述无人机电力线路航迹进行监控;

所述监控模块包括:

预设单元,用于确定预设的所述无人机航行位置数据的偏移范围和所述无人机运动姿态数据的浮动范围;

运动异常报警单元,用于当所述无人机航行位置数据超过所述航行位置数据的偏移范围或者运动姿态数据超过所述运动姿态数据的浮动范围时,发出报警信号。

5. 根据权利要求 4 所述的无人机电力线路巡检航迹监控系统,其特征在于,还包括:

天气监控模块,用于监控所述无人机周围的天气情况;

天气异常报警模块,用于当所述无人机周围的天气情况超过预设的天气情况时,发出报警信号。

6. 根据权利要求 4 所述的无人机电力线路巡检航迹监控系统,其特征在于,所述运动姿态数据包括速度、加速度以及无人机位置朝向数据。

7. 一种无人机电力线路巡检航迹监控装置,其特征在于,包括计算机,所述计算机与无人机地面站的控制系统单向连接,所述计算机采用如权利要求 1-3 所述的无人机电力线路巡检航迹监控方法监控无人机电力线路巡检航迹。

## 无人机电力线路巡检航迹监控方法与系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力电网技术领域,特别是涉及无人机电力线路巡检航迹监控方法与系统。

### 背景技术

[0002] 无人机技术的应用给电力线路安全巡检工作带来了很大的便利,便于巡检工作的高效快速开展。通常情况下无人机按照预先设定的飞行路径和飞行方式自主飞行,部分无人机还能自动识别飞行路径上的障碍物并进行避让,但因为电子产品可靠性和机载自动控制系统功能有限,为了保证无人机平台以及巡检走廊内人员、设备的安全,不允许无人机完全依靠自主飞行开展巡检工作,需使用监控手段,让操作人员能够及时发现并纠正飞行中出线的各种问题。

[0003] 受无人机电力线路安全巡检区域地理环境、无人机平台有效载荷和以及无人机无线电通讯链路带宽等诸多条件限制,可用的监控手段有限,通常采用机载视频监控和航迹监控等方法。机载视频监控用于了解无人机周边环境,航迹监控用于了解飞机实时位置和姿态信息,判断无人机是否按照预定路径和程序飞行。无人机操作人员在无人机地面站或无人机调度指挥中心实时监视机载视频和航迹信息,完成对无人机飞行的监控。

[0004] 但是无人机机载视频监控因摄像机视场和观察角度受限、不能准确测定距离等原因,不能帮助无人机操作人员直观、全面了解无人机与输电线路、杆塔、地形以及周边障碍物的关系,监控效果有限。

### 发明内容

[0005] 基于此,有必要针对现有无人机电力线路巡检航迹监控无法直观、全面了解无人机与输电线路、杆塔、地形以及周边障碍物的关系,监控效果有限的问题,提供一种能够直观、全面了解无人机与周围环境、周围障碍物关系的无人机电力线路巡检航迹监控方法与系统。

[0006] 一种无人机电力线路巡检航迹监控方法,包括步骤:

[0007] 根据输电线路走廊的数字表面模型、数字高程模型、输电线路杆塔模型和金属导线模型,建立初略三维输电线路走廊模型,其中,所述输电线路杆塔模型是根据输电线路杆塔位置、塔形和杆塔高度建立的模型,所述金属导线模型是根据金属导线的弧垂计算公式计算金属导线的实时数据建立的模型;

[0008] 扫描无人机航迹周围的环境数据,根据所述无人机航迹周围的环境数据和所述初略三维输电线路走廊模型建立真实三维输电线路走廊模型,其中,所述环境数据包括地形、输电线路杆塔、导线、输电线路走廊内的树木和建筑物;

[0009] 根据无人机外形特征建立无人机三维模型;

[0010] 根据无人机实时位置数据和运动姿态数据,将所述无人机三维模型叠加到所述真实三维输电线路走廊模型或所述初略三维输电线路走廊模型中进行设置;

[0011] 根据叠加有所述无人机三维模型的真实三维输电线路走廊模型或叠加有所述无人机三维模型的初略三维输电线路走廊模型,对所述无人机电力线路航迹进行监控。

[0012] 一种无人机电力线路巡检航迹监控系统,包括:

[0013] 初略模型建立模块,用于根据输电线路走廊的数字表面模型、数字高程模型、输电线路杆塔模型和金属导线模型,建立初略三维输电线路走廊模型,其中,所述输电线路杆塔模型是根据输电线路杆塔位置、塔形和杆塔高度建立的模型,所述金属导线模型是根据金属导线的弧垂计算公式计算金属导线的实时数据建立的模型;

[0014] 真实模型建立模块,用于扫描无人机航迹周围的环境数据,根据所述无人机航迹周围的环境数据和所述初略三维输电线路走廊模型建立真实三维输电线路走廊模型,其中,所述环境数据包括地形、输电线路杆塔、导线、输电线路走廊内的树木和建筑物;

[0015] 无人机模型建立单元,用于根据无人机外形特征建立无人机三维模型;

[0016] 叠加模块,用于根据无人机实时位置数据和运动姿态数据,将所述无人机三维模型叠加到所述真实三维输电线路走廊模型或所述初略三维输电线路走廊模型中进行设置;

[0017] 监控模块,用于根据叠加有所述无人机三维模型的真实三维输电线路走廊模型或叠加有所述无人机三维模型的初略三维输电线路走廊模型,对所述无人机电力线路航迹进行监控。

[0018] 一种无人机电力线路巡检航迹监控装置,包括计算机,所述计算机与无人机地面站的控制系统单向连接,所述计算机采用如上述的无人机电力线路巡检航迹监控方法监控无人机电力线路巡检航迹。

[0019] 本发明无人机电力线路巡检航迹监控方法与系统,建立初略或真实三维输电线路走廊模型,并将无人机三维模型叠加到初略或真实三维输电线路走廊模型中,实时监控无人机与地面、输电线路杆塔和导线、输电线路走廊内树木和建筑物之间的相互关系,以及无人机位置数据和运动姿态数据,帮助无人机操作人员直观、全面了解无人机与输电线路、杆塔、地形以及周边环境,能够重现现场环境与无人机的相互关系,克服视频监控的不足。

## 附图说明

[0020] 图1为本发明无人机电力线路巡检航迹监控方法第一个实施例的流程示意图;

[0021] 图2为本发明无人机电力线路巡检航迹监控方法第二个实施例的流程示意图;

[0022] 图3为本发明无人机电力线路巡检航迹监控系统第一个实施例的结构示意图;

[0023] 图4为本发明无人机电力线路巡检航迹监控系统第二个实施例的结构示意图。

## 具体实施方式

[0024] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下根据附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施仅仅用以解释本发明,并不限定本发明。

[0025] 如图1所示,一种无人机电力线路巡检航迹监控方法,包括步骤:

[0026] S100:根据输电线路走廊的数字表面模型、数字高程模型、输电线路杆塔模型和金属导线模型,建立初略三维输电线路走廊模型,其中,所述输电线路杆塔模型是根据输电线

路杆塔位置、塔形和杆塔高度建立的模型,所述金属导线模型是根据金属导线的弧垂计算公式计算金属导线的实时数据建立的模型。

[0027] 国土资源局等权威部门发布的输电线路走廊的数字表面模型和数字高程模型,在其基础上,根据输电线路杆塔的位置、塔形和塔高信息添加杆塔模型,根据金属导线的弧垂计算公式计算并添加导线模型,最终生成初略的三维输电线路走廊模型。

[0028] S200:扫描无人机航迹周围的环境数据,根据所述无人机航迹周围的环境数据和所述初略三维输电线路走廊模型建立真实三维输电线路走廊模型,其中,所述环境数据包括地形、输电线路杆塔、导线、输电线路走廊内的树木和建筑物。

[0029] 在这里,扫描可以由无人机自带的激光雷达设备完成,使用无人机机载的激光雷达,在无人机实际飞行后,根据激光雷达扫描的数据重建出输电线路走廊的真实三维模型,下简称真实模型,该模型包含实际的地形、输电线路杆塔和导线、输电线路走廊内树木和建筑物等的信息。

[0030] S300:根据无人机外形特征建立无人机三维模型。

[0031] 无人机三维建模时使用其真实的外形和尺寸信息,体现出无人机机体外形特征。

[0032] S400:根据无人机实时位置数据和运动姿态数据,将所述无人机三维模型叠加到所述真实三维输电线路走廊模型或所述初略三维输电线路走廊模型中进行设置。

[0033] 在这里实时位置数据包括无人机的地理位置和飞行高度,无人机的运动姿态数据包括无人机的速度、加速度以及无人机位置朝向数据。简单来说,所述的无人机位置朝向数据为无人机在三维空间中的位置以及飞行行时机头的朝向等数据。应当理解,非必要的,无人机的运动姿态数据还可以包括无人机吊舱朝向的俯仰角、横滚角、与机头方向的夹角等数据,这些数据都可以根据实际情况或者用户的需求采集获取。

[0034] S500:根据叠加有所述无人机三维模型的真实三维输电线路走廊模型或叠加有所述无人机三维模型的初略三维输电线路走廊模型,对所述无人机电力线路航迹进行监控。

[0035] 操作人员只需根据叠加有所述无人机三维模型的真实三维输电线路走廊模型,就可以实现对所述无人机电力线路航迹的监控。叠加了有所述无人机三维模型的真实三维输电线路走廊模型可以随使用者的操作而旋转和平移,可以从不同角度观察无人机与周围环境的关系,可以观察计划航迹和实际航迹与输电线路的关系,可以在界面上通过划定线段方式测定任何物体之间的距离。

[0036] 本发明无人机电力线路巡检航迹监控方法,建立初略或真实三维输电线路走廊模型,并将无人机三维模型叠加到初略或真实三维输电线路走廊模型中,实时监控无人机与地面、输电线路杆塔和导线、输电线路走廊内树木和建筑物之间的相互关系,以及无人机位置数据和运动姿态数据,帮助无人机操作人员直观、全面了解无人机与输电线路、杆塔、地形以及周边环境,能够重现现场环境与无人机的相互关系,克服视频监控的不足。

[0037] 如图2所示,在其中一个实施例中,所述S500具体包括步骤:

[0038] S520:确定预设的所述无人机航行位置数据的偏移范围和所述无人机运动姿态数据的浮动范围;

[0039] S540:根据叠加有所述无人机三维模型的真实三维输电线路走廊模型或叠加有所述无人机三维模型的初略三维输电线路走廊模型,当所述无人机航行位置数据超过所述航行位置数据的偏移范围或者运动姿态数据超过所述运动姿态数据的浮动范围时,发出报警

信号。

[0040] 无人机在飞行过程中可能出现飞出本次任务的飞行区域,这时需要发出报警信号告知操作人员作出飞行位置的调整。另外为了确保无人机保持正常的工作状态,无人机的运动姿态数据都会设置有一个预设范围的,当超过这个预设范时就需要及时发出报警信号告知操作人员。

[0041] 如图 2 所示,在其中一个实施例中,所述 S500 之后还有步骤:

[0042] S600:监控所述无人机周围的天气情况;

[0043] S700:当所述无人机周围的天气情况超过预设的天气情况时,发出报警信号。

[0044] 异常天气情况会严重影响无人机的飞行状况,当出现异常天气情况时,需要发出告警信号告知操作人员及时作出应对。

[0045] 在其中一个实施例中,所述运动姿态数据包括速度、加速度以及无人机位置朝向数据。简单来说,所述的无人机位置朝向数据为无人机在三维空间中的位置以及飞行行时机头的朝向等数据。应当理解,非必要的,无人机的运动姿态数据还可以包括无人机吊舱朝向的俯仰角、横滚角、与机头方向的夹角等数据,这些数据都可以根据实际情况或者用户的需求采集获取。

[0046] 如图 3 所示,一种无人机电力线路巡检航迹监控系统,包括:

[0047] 初略模型建立模块 100,用于根据输电线路走廊的数字表面模型、数字高程模型、输电线路杆塔模型和金属导线模型,建立初略三维输电线路走廊模型,其中,所述输电线路杆塔模型是根据输电线路杆塔位置、塔形和杆塔高度建立的模型,所述金属导线模型是根据金属导线的弧垂计算公式计算金属导线的实时数据建立的模型;

[0048] 真实模型建立模块 200,用于扫描无人机航迹周围的环境数据,根据所述无人机航迹周围的环境数据和所述初略三维输电线路走廊模型建立真实三维输电线路走廊模型,其中,所述环境数据包括地形、输电线路杆塔、导线、输电线路走廊内的树木和建筑物;

[0049] 无人机模型建立单元 300,用于根据无人机外形特征建立无人机三维模型;

[0050] 叠加模块 400,用于根据无人机实时位置数据和运动姿态数据,将所述无人机三维模型叠加到所述真实三维输电线路走廊模型或所述初略三维输电线路走廊模型中进行设置;

[0051] 监控模块 500,用于根据叠加有所述无人机三维模型的真实三维输电线路走廊模型或叠加有所述无人机三维模型的初略三维输电线路走廊模型,对所述无人机电力线路航迹进行监控。

[0052] 本发明无人机电力线路巡检航迹监控系统,建立初略或真实三维输电线路走廊模型,并将无人机三维模型叠加到初略或真实三维输电线路走廊模型中,实时监控无人机与地面、输电线路杆塔和导线、输电线路走廊内树木和建筑物之间的相互关系,以及无人机位置数据和运动姿态数据,帮助无人机操作人员直观、全面了解无人机与输电线路、杆塔、地形以及周边环境,能够重现现场环境与无人机的相互关系,克服视频监控的不足。

[0053] 如图 4 所示,在其中一个实施例中,所述监控模块 500 包括:

[0054] 预设单元 520,用于确定预设的所述无人机航行位置数据的偏移范围和所述无人机运动姿态数据的浮动范围;

[0055] 运动异常报警单元 540,用于根据叠加有所述无人机三维模型的真实三维输电线路

路走廊模型或叠加有所述无人机三维模型的初略三维输电线路走廊模型,当所述无人机航行位置数据超过所述航行位置数据的偏移范围或者运动姿态数据超过所述运动姿态数据的浮动范围时,发出报警信号。

[0056] 如图 4 所示,在其中一个实施例中,所述无人机电力线路巡检航迹监控系统还包括:

[0057] 天气监控模块 600,用于监控所述无人机周围的天气情况;

[0058] 天气异常报警模块 700,用于当所述无人机周围的天气情况超过预设的天气情况时,发出报警信号。

[0059] 在其中一个实施例中,所述运动姿态数据包括速度、加速度以及无人机位置朝向数据。

[0060] 一种无人机电力线路巡检航迹监控装置,包括计算机,所述计算机与无人机地面站的控制系统单向连接,所述计算机采用如上述的无人机电力线路巡检航迹监控方法监控无人机电力线路巡检航迹。

[0061] 该计算机与无人机地面站的控制系统单向连接,仅接收来无人机地面站的控制系统发出的信息,在该计算机上的一切操作都不会反馈到无人机地面站控制系统中去,不会对其造成任何影响。该计算机与无人机地面站的控制系统相互独立,稳定要求不高,可随意添加各类功能扩展软件模块,丰富无人机地面站功能。

[0062] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。



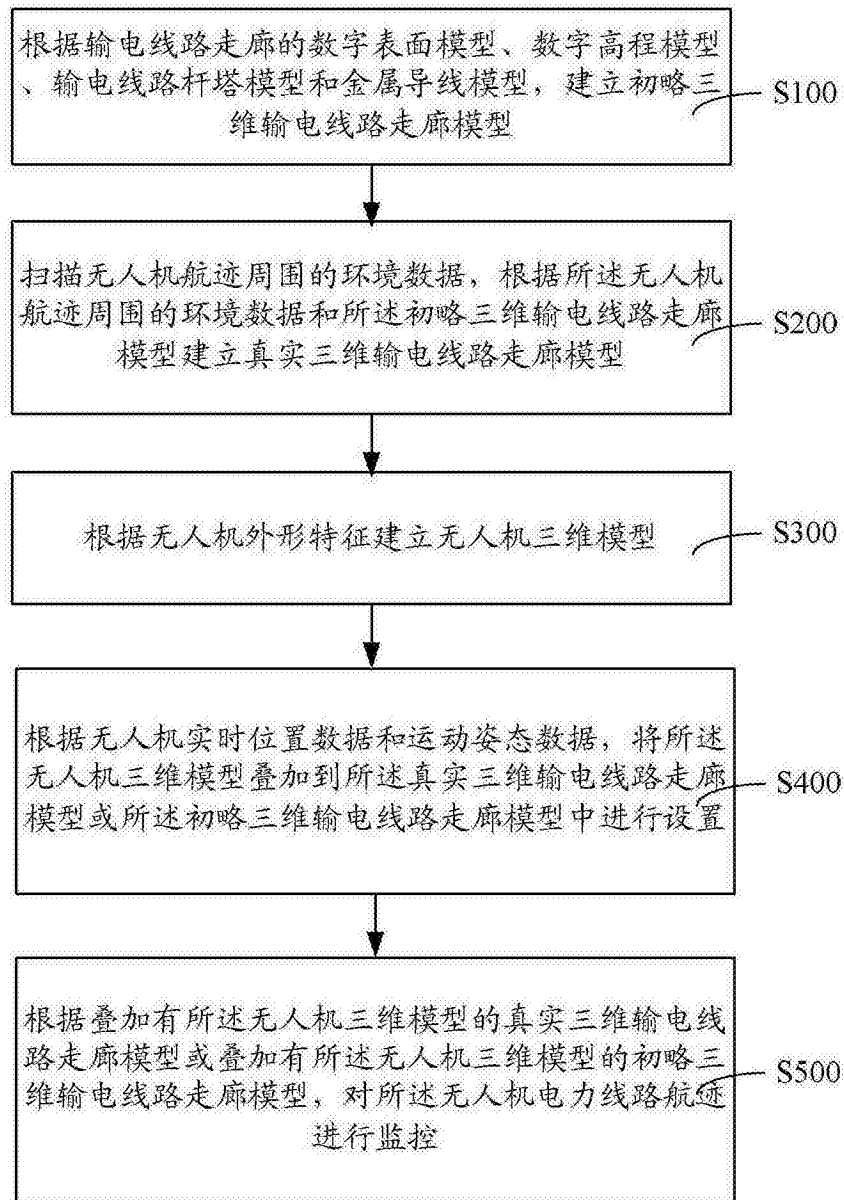


图 1

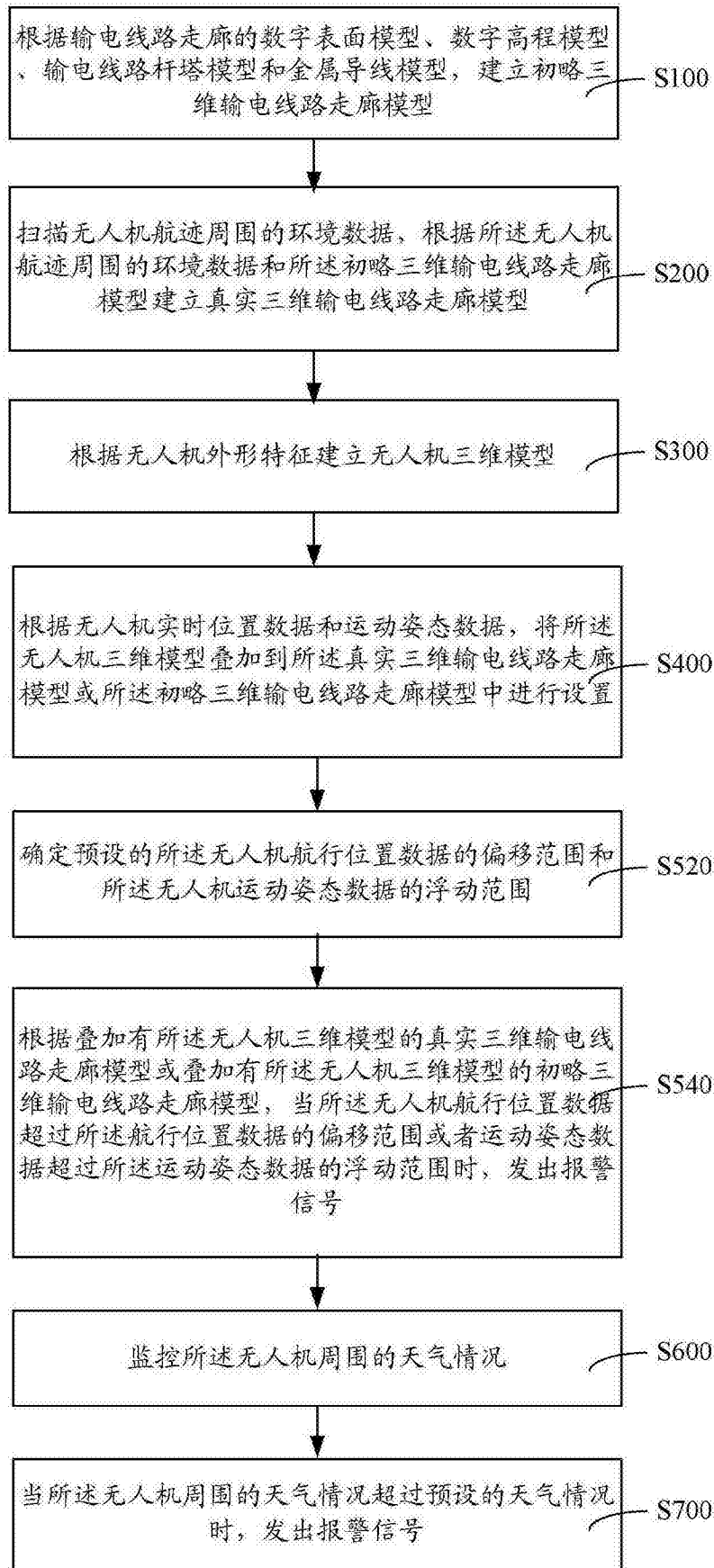


图 2

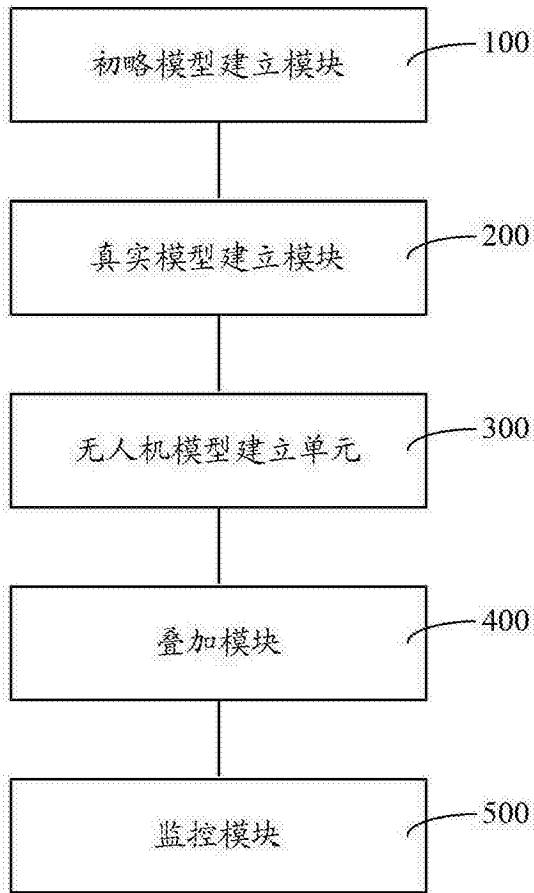


图 3

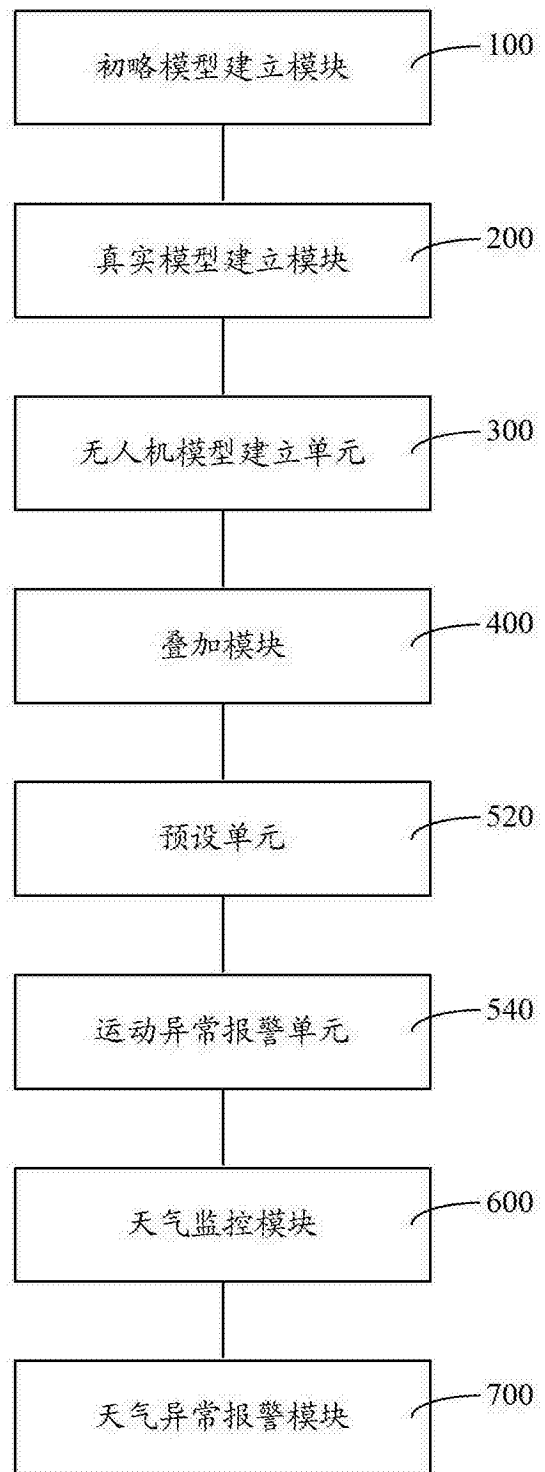


图 4