



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 119247860 B

(45) 授权公告日 2025. 02. 25

(21) 申请号 202411774604.1

(22) 申请日 2024.12.05

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 119247860 A

(43) 申请公布日 2025.01.03

(73) 专利权人 三峡科技有限责任公司
地址 101500 北京市密云区水源路南侧A-04地块2#商业办公楼2层1单元-220
专利权人 三峡智控科技有限公司

(72) 发明人 郁章涛 张宝平 吴迪 刘哲
王浩然 于镇海 钱德松

(74) 专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所
42103
专利代理师 卢遥

(51) Int.Cl.

G05B 19/042 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 117060839 A, 2023.11.14

CN 117163344 A, 2023.12.05

审查员 李思思

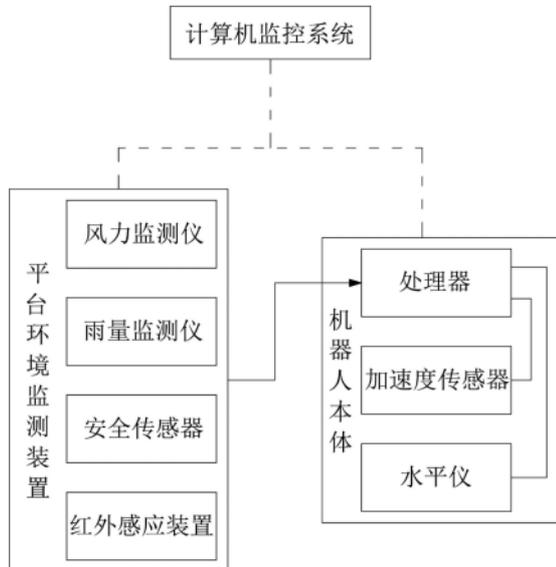
权利要求书4页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

海上水制氢平台场室外巡检机器人安全控制系统

(57) 摘要

本发明提供了一种海上水制氢平台场室外巡检机器人安全控制系统,包括平台环境监测装置、机器人本体和计算机监控系统。平台环境监测装置实时监测风力、雨量等环境信息,机器人本体通过处理器接收这些信息并结合自身传感器数据,计算安全移动速度和方向,评估倾斜度风险,根据雨量信息调整移动策略。计算机监控系统通过网络与平台环境监测装置和机器人本体连接,实时监控机器人的运行状态,并在必要时发送控制指令。本发明能够确保机器人在复杂环境条件下安全、高效地完成巡检任务。



1. 一种海上水制氢平台场室外巡检机器人安全控制系统,其特征在于:系统包括平台环境监测装置、机器人本体和计算机监控系统;

所述平台环境监测装置包括:

安装于海上水制氢平台场室外的风力监测仪,用于监测室外平台的实时风力;

安装于海上水制氢平台场室外的雨量监测仪,用于监测实时雨量;

安装于海上水制氢平台场室外的安全传感器,用于在机器人存在异常时触发并报警器进行报警;

安装于海上水制氢平台场室外的红外感应装置,用于控制机器人进入室内;

所述机器人本体包括:

处理器,用于接收平台环境监测装置获取的平台实时风力、雨量信息、安全传感器触发的警报信息,以及红外感应装置发送的感应信号,并根据接收到的信息进行数据处理及机器人控制;

与处理器连接的加速度传感器,用于获取机器人自身的移动参数;

与处理器连接的水平仪,用于获取室内的当前倾斜度信息;

所述计算机监控系统通过网络与平台环境监测装置、机器人本体连接,用于获取平台实时风力、雨量信息、安全传感器触发的警报信息,以及红外感应装置发送的感应信号;

所述机器人本体中,处理器采集安全传感器实时发送的机器人运行状态信息,计算当前机器人安全移动速度和方向,分析机器人当前倾斜度的风险程度,当出现预警时实时发出警报;

所述机器人当前倾斜度的风险程度的分析方法为:

1) 计算机器人运行安全系数;

使用安全传感器发送的机器人运行状态信息中的运行时间信息来转换成机器人运行安全系数 k_2 ,转换关系为:

$$k_2=f(T);$$

其中, T 为预设的判断基准时间,且 $T>0$; f 为转换函数,根据历史数据计算;

2) 计算倾斜度风险程度;

基于机器人运行安全系数 k_2 ,计算当前倾斜度的风险程度 R ,计算公式为:

$$R=\lambda_1 \times k_1 + \lambda_2 \times k_2;$$

其中, λ_1 和 λ_2 为比例系数, k_1 为风力安全系数, k_2 为机器人运行安全系数;

3) 判断风险程度并决定行动方案;

3.1) 当 $R>Q_1$ 时,则表示当前机器人的倾斜度不适合移动,应立即停止移动;

3.2) 当 $Q_1 \geq R > Q_2$ 时,则表示当前调整速度影响严重,此时减小移动速度;

3.3) $Q_2 \geq R > Q_3$ 时,则表示当前调整速度影响一般,此时按次序逐步降低移动速度;

3.4) 当 $R \leq Q_3$ 时,则表示当前调整速度影响很小,无需调整移动速度;

其中, Q_1 为第一风险阈值, Q_2 为第二风险阈值, Q_3 为第三风险阈值。

2. 根据权利要求1所述的一种海上水制氢平台场室外巡检机器人安全控制系统,其特征在于:所述机器人的当前安全移动速度和方向计算方法为:

1) 计算风力安全系数;

将实时风力 F 转换为风力安全系数 k_1 ,转换关系为:

$$k_1 = \alpha \times (F - F_0);$$

其中, F_0 为机器人正常运行时能够承受的最大风力, α 为转换系数;

2) 判断是否可以继续移动;

若机器人与水平地面之间的距离为 h_1 , 则计算在风力安全系数下重心距离调整比例 R_1 ;

对比 R_1 与第一安全阈值 Q_1 , 若 $R_1 \geq Q_1$, 则在当前风力安全系数下机器人的重心位置无法继续移动, 需停止移动;

3) 计算正常运行时的安全移动速度;

若在没有额外风力影响情况下, 实时风力安全系数 $k_1 = 0$, 则机器人可按正常运行条件移动;

根据机器人与地面的距离 h_1 和正常运行下的安全速度系数 a_1 , 计算安全移动速度 V_1 , 计算公式为:

$$V_1 = a_1 \times h_1;$$

4) 计算有风力影响时的安全移动速度;

若实时风力安全系数 $k_1 > 0$, 则需要考虑风力对移动速度的影响, 根据实际倾斜度调整比例 R_2 计算倾斜度安全系数 a_2 ;

根据 a_2 和 h_1 计算倾斜度安全移动速度 V_2 , 计算公式为:

$$V_2 = a_2 \times h_1;$$

5) 综合计算安全移动速度;

结合风力安全系数 k_1 , 正常运行时的安全移动速度 V_1 和倾斜度安全移动速度 V_2 计算最终的安全移动速度 V , 计算公式为:

$$V = (1 + k_1) \times V_1 + k_1 \times V_2;$$

所计算得到的 V 即为综合考虑风力影响和机器人倾斜状态下的安全移动速度。

3. 根据权利要求2所述的一种海上水制氢平台场室外巡检机器人安全控制系统, 其特征在于: 所述步骤3) 中, 正常运行下的安全速度系数 a_1 基于历史环境信息计算得出;

所述步骤4) 中, 倾斜度安全系数 a_2 基于历史环境信息计算得出, 实际倾斜度调整比例 R_2 通过水平仪测量得到。

4. 根据权利要求2所述的一种海上水制氢平台场室外巡检机器人安全控制系统, 其特征在于: 所述实际倾斜度调整比例 R_2 的计算方法为:

1) 计算安全移动速度 V ;

根据实时风力 F 和安全距离系数 d 计算安全移动速度 V , 计算公式为:

$$V = F/d;$$

2) 计算初始移动速度 V_0 ;

根据安全移动速度 V 和初始移动开始到加速结束所花费的时间 t 计算水平仪的测量初始移动速度 V_0 , 计算公式为:

$$V_0 = V \times t;$$

3) 记录和计算水平仪的测量数据;

在初始移动开始到加速结束期间, 记录水平仪的测量数据, 并根据记录的数据计算平均值 V_{01} ;

4) 计算偏差值 V_0' ;

计算测量初始移动速度 V_0 与平均值 V_{01} 的差值作为偏差值 V_0^{\wedge} ,计算公式为:

$$V_0^{\wedge} = V_0 - V_{01};$$

5) 计算调整速度 V_3 ;

根据实际倾斜度调整比例 R_2 和偏差值 V_0^{\wedge} 计算调整后的速度 V_3 ,计算公式为: $V_3 = (1 + R_2) \times V_0^{\wedge}$ 。

5. 根据权利要求1所述的一种海上水制氢平台场室外巡检机器人安全控制系统,其特征在于:基于所述雨量监测仪的监测数据进行机器人本体控制的方法包括:

1) 获取实时雨量;

通过雨量监测仪获取当前的实时雨;

2) 判断雨量影响;

2.1) 若实时雨量小于雨量阈值 q ,则表示当前雨量无影响,机器人正常移动;

2.2) 若实时雨量大于等于雨量阈值 q ,则表示平台有较大雨量影响,进入步骤3);

3) 记录实时速度并判断波动;

在设定的采集周期内记录实时速度;

若实时速度的波动大于允许的波动范围 x ,则机器人停止移动;

反之进入步骤4);

4) 计算允许移动时间;

计算平台的允许移动时间 T_0 ;

允许的波动范围 x 定义为机器人正常运行时的加速时间 t 与最大移动速度 V_0 之积,即 $x = t \times V_0$;

允许移动时间 T_0 设定为 $(1 + Z) \times t$,其中 Z 为允许的加速比例;

5) 计算加速比例 Z ;

5.1) 根据实时雨量和波动范围计算加速比例;

5.1.1) 若实时雨量等于雨量阈值 q 且不小于允许的波动范围 x ,则表示当前平台存在较大雨量,但雨量对机器人移动无影响,机器人正常移动;

5.1.2) 若实时雨量等于雨量阈值 q 且小于允许的波动范围 x ,则表示可能是风力所致,记录风力安全系数 k_1 ,若前一次的风力安全系数小于 k_1 ,加速比例 Z 为当前值减去前一值,并计算对应的允许移动时间 T_0 之后,机器人进行正常移动;

5.1.3) 若实时雨量不等于雨量阈值 q 且不小于允许的波动范围 x ,则允许移动时间 T_0 由前值进行累加,直至超出允许的移动时间 T_0 ,停止移动;

5.1.4) 若实时雨量不等于雨量阈值 q 且大于允许的波动范围 x ,则允许移动时间 T_0 为0,机器人停止移动。

6. 根据权利要求1所述的一种海上水制氢平台场室外巡检机器人安全控制系统,其特征在于:所述机器人本体通过无线方式与计算机监控系统连接,计算机监控系统通过网络与平台环境监测装置实现信息交互,在计算机监控系统输入机器人正常运行时的初始参数信息,包括最大速度、加速时间、机器人大小和重量;

所述计算机监控系统获取所述平台的环境信息,并将获取的平台实时风力信息、平台实时雨量信息进行汇总,将汇总数据按周期 t 存储至数据库中,计算机监控系统通过接收安全传感器发送的机器人运行状态信息判断机器人是否触发警报,当触发警报时,触发安全

传感器发出警报,并在计算机监控系统上显示机器人的运行状态,包括运行时间、速度和方向,监控人员根据需要发送控制指令至机器人本体,使机器人本体进入室内或停止移动。

7.根据权利要求1所述的一种海上水制氢平台场室外巡检机器人安全控制系统,其特征在于:所述机器人本体中,处理器包括:

移动信息采集模块,用于实时采集机器人自身的移动数据,所述移动数据包括巡检机器人行进方向以及当前移动速度,并发送给移动信息分析模块;

环境信息接收模块,用于实时获取平台上的环境信息,所述环境信息包括风力级数和倾斜度,并发送给移动信息分析模块;

移动信息分析模块,连接移动信息采集模块和环境信息接收模块,并结合移动数据和环境信息,分析当前机器人安全行进方向,并将信息发送给风险评估模块;

风险评估模块,连接移动信息分析模块,用于根据环境信息和机器人重量计算机器人受重力影响的倾斜度,并根据倾斜度值发出警告,风险评估模块还对计算获取的安全行进方向和当前机器人行进方向的相对角度进行监测,判断相对角度的绝对值是否超过阈值,如果超过阈值,则发出警告;

路径规划模块,连接移动信息分析模块和风险评估模块,计算当前风力级数下的安全行进速度,并根据安全行进速度重新规划路径信息,将信息发送给巡检机器人;

雨量统计模块,用于接收环境中的雨量信息和当前行进速度,并统计连续雨量信息超过预设阈值的次数,根据次数确定是否需要发出警告。

海上水制氢平台场室外巡检机器人安全控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及机械控制技术领域,具体的是一种海上水制氢平台场室外巡检机器人安全控制系统。

背景技术

[0002] 现有巡检机器人安全控制系统,通过设置安全区域对巡检机器人的移动进行实时监控,当巡检机器人进入安全区域时,则对机器人进行安全控制。

[0003] 但是,海上水制氢平台场室外的天气不同于陆地,在大风大雨等恶劣天气下,需要机器人停止移动,并且,当水制氢平台发生漏气等事故时,容易影响巡检机器人的工作状态,此外,巡检机器人的自身也会对运行安全造成影响。因此,需要根据平台天气,漏气事件和巡检机器人自身状况设置更加全面的安全控制逻辑。

[0004] 中国专利CN112847356B发明专利公开了一种变电站足式巡检机器人安全控制方法,利用前进通道的点云数量,通过抬脚或下蹲的方式实现足式机器人在三维空间的避障,解决轮式巡检机器人无法空间越障的难题,实现了足式巡检机器人在设备区内的停障或绕障功能,拓宽足式巡检机器人的作业范围,提高机器人的适应性与灵活性。

[0005] 中国专利CN113047205B发明专利公开了一种融合物联网技术的巡检机器人的控制方法及系统,通过在数据库中存储地图巡检点、关键路径点和路径的方式,得到一种计算简便,安全有效的路径规划方法,并采取边计算边存储的方式将得到的最短路径存储,方便以后相同巡检序列时可直接作为巡检路径,减少了计算。

[0006] 上述发明虽然解决了巡检机器人在工作中因为环境对机器人控制的问题,但是没有给出如何针对不同的环境,对巡检机器人的逻辑控制,特别是海上环境下的水制氢平台对巡检机器人综合安全控制。所以,为了确保巡检机器人的安全巡检,需要一种能够根据平台天气,平台漏气和巡检机器人自身姿态的安全控制。

发明内容

[0007] 本发明所要解决的技术问题是提供一种海上水制氢平台场室外巡检机器人安全控制系统,引入与风力相关参数,在考虑不同的巡检机器人大小和重量的前提下,计算安全移动速度和方向,并且当判断有异常时发出警报,同时引入重心距离调整比例和速度调整比例,考虑风力影响下机器人自身重心与水平地面距离,根据重心距离调整比例,调整机器人移动的速度,有效提高了巡检机器人的巡检安全性。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:一种海上水制氢平台场室外巡检机器人安全控制系统,其特征在于:系统包括平台环境监测装置、机器人本体和计算机监控系统;

[0009] 所述平台环境监测装置包括:

[0010] 安装于海上水制氢平台场室外的风力监测仪,用于监测室外平台的实时风力;

[0011] 安装于海上水制氢平台场室外的雨量监测仪,用于监测实时雨量;

[0012] 安装于海上水制氢平台场室外的安全传感器,用于在机器人存在异常时触发并报警器进行报警;

[0013] 安装于海上水制氢平台场室外的红外感应装置,用于控制机器人进入室内;

[0014] 所述机器人本体包括:

[0015] 处理器,用于接收平台环境监测装置获取的平台实时风力、雨量信息、安全传感器触发的警报信息,以及红外感应装置发送的感应信号,并根据接收到的信息进行数据处理及机器人控制;

[0016] 与处理器连接的加速度传感器,用于获取机器人自身的移动参数;

[0017] 与处理器连接的水平仪,用于获取室内的当前倾斜度信息;

[0018] 所述计算机监控系统通过网络与平台环境监测装置、机器人本体连接,用于获取平台实时风力、雨量信息、安全传感器触发的警报信息,以及红外感应装置发送的感应信号。

[0019] 优选的方案中,所述机器人本体中,处理器采集安全传感器实时发送的机器人运行状态信息,计算当前机器人安全移动速度和方向,分析机器人当前倾斜度的风险程度,当出现预警时实时发出警报。

[0020] 优选的方案中,所述机器人的当前安全移动速度和方向计算方法为:

[0021] 1) 计算风力安全系数;

[0022] 将实时风力 F 转换为风力安全系数 k_1 ,转换关系为:

[0023] $k_1 = \alpha \times (F - F_0)$;

[0024] 其中, F_0 为机器人正常运行时能够承受的最大风力, α 为转换系数;

[0025] 2) 判断是否可以继续移动;

[0026] 若机器人与水平地面之间的距离为 h_1 ,则计算在风力安全系数下重心距离调整比例 R_1 ;

[0027] 对比 R_1 与第一安全阈值 Q_1 ,若 $R_1 \geq Q_1$,则在当前风力安全系数下机器人的重心位置无法继续移动,需停止移动;

[0028] 3) 计算正常运行时的安全移动速度;

[0029] 若在没有额外风力影响情况下,实时风力安全系数 $k_1=0$,则机器人可按正常运行条件移动;

[0030] 根据机器人与地面的距离 h_1 和正常运行下的安全速度系数 a_1 ,计算安全移动速度 V_1 ,计算公式为:

[0031] $V_1 = a_1 \times h_1$;

[0032] 4) 计算有风力影响时的安全移动速度;

[0033] 若实时风力安全系数 $k_1 > 0$,则需要考虑风力对移动速度的影响,根据实际倾斜度调整比例 R_2 计算倾斜度安全系数 a_2 ;

[0034] 根据 a_2 和 h_1 计算倾斜度安全移动速度 V_2 ,计算公式为:

[0035] $V_2 = a_2 \times h_1$;

[0036] 5) 综合计算安全移动速度;

[0037] 结合风力安全系数 k_1 ,正常运行时的安全移动速度 V_1 和倾斜度安全移动速度 V_2 计算最终的安全移动速度 V ,计算公式为:

[0038] $V = (1 + k_1) \times V_1 + k_1 \times V_2$;

[0039] 所计算得到的V即为综合考虑风力影响和机器人倾斜状态下的安全移动速度。

[0040] 优选的方案中,所述步骤3)中,正常运行下的安全速度系数 a_1 基于历史环境信息计算得出;

[0041] 所述步骤4)中,倾斜度安全系数 a_2 基于历史环境信息计算得出,实际倾斜度调整比例 R_2 通过水平仪测量得到。

[0042] 优选的方案中,机器人当前倾斜度的风险程度的分析方法为:

[0043] 1) 计算机器人运行安全系数;

[0044] 使用安全传感器发送的机器人运行状态信息中的运行时间信息来转换成机器人运行安全系数 k_2 ,转换关系为:

[0045] $k_2 = f(T)$;

[0046] 其中,T为预设的判断基准时间,且 $T > 0$;f为转换函数,根据历史数据计算;

[0047] 2) 计算倾斜度风险程度;

[0048] 基于机器人运行安全系数 k_2 ,计算当前倾斜度的风险程度W,计算公式为:

[0049] $W = \lambda_1 \times k_1 + \lambda_2 \times k_2$;

[0050] 其中, λ_1 和 λ_2 为比例系数, k_1 为风力安全系数, k_2 为机器人运行安全系数;

[0051] 3) 判断风险程度并决定行动方案;

[0052] 3.1) 当 $W > Q_1$ 时,则表示当前机器人的倾斜度不适合移动,应立即停止移动;

[0053] 3.2) 当 $Q_1 \geq W > Q_2$ 时,则表示当前调整速度影响严重,此时减小移动速度;

[0054] 3.3) $Q_2 \geq W > Q_3$ 时,则表示当前调整速度影响一般,此时按次序逐步降低移动速度;

[0055] 3.4) 当 $W \leq Q_3$ 时,则表示当前调整速度影响很小,无需调整移动速度;

[0056] 其中, Q_1 为第一风险阈值, Q_2 为第二风险阈值, Q_3 为第三风险阈值。

[0057] 优选的方案中,所述实际倾斜度调整比例 R_2 的计算方法为:

[0058] 1) 计算安全移动速度V;

[0059] 根据实时风力F和安全距离系数d计算安全移动速度V,计算公式为:

[0060] $V = F/d$;

[0061] 2) 计算初始移动速度 V_0 ;

[0062] 根据安全移动速度V和初始移动开始到加速结束所花费的时间t计算水平仪的测量初始移动速度 V_0 ,计算公式为:

[0063] $V_0 = V \times t$;

[0064] 3) 记录和计算水平仪的测量数据;

[0065] 在初始移动开始到加速结束期间,记录水平仪的测量数据,并根据记录的数据计算平均值 V_{01} ;

[0066] 4) 计算偏差值 V_0^{\sim} ;

[0067] 计算测量初始移动速度 V_0 与平均值 V_{01} 的差值作为偏差值 V_0^{\sim} ,计算公式为:

[0068] $V_0^{\sim} = V_0 - V_{01}$;

[0069] 5) 计算调整速度 V_3 ;

[0070] 根据实际倾斜度调整比例 R_2 和偏差值 V_0^{\sim} 计算调整后的速度 V_3 ,计算公式为: $V_3 = (1 + R_2) \times V_0^{\sim}$ 。

[0071] 优选的方案中,基于所述雨量监测仪的监测数据进行机器人本体控制的方法包括:

[0072] 1) 获取实时雨量;

[0073] 通过雨量监测仪获取当前的实时雨;

[0074] 2) 判断雨量影响;

[0075] 2.1) 若实时雨量小于雨量阈值 q ,则表示当前雨量无影响,机器人正常移动;

[0076] 2.2) 若实时雨量大于等于雨量阈值 q ,则表示平台有较大雨量影响,进入步骤3);

[0077] 3) 记录实时速度并判断波动;

[0078] 在设定的采集周期内记录实时速度;

[0079] 若实时速度的波动大于允许的波动范围 x ,则机器人停止移动;

[0080] 反之进入步骤4);

[0081] 4) 计算允许移动时间;

[0082] 计算平台的允许移动时间 T_0 ;

[0083] 允许的波动范围 x 定义为机器人正常运行时的加速时间 t 与最大移动速度 V_0 之积,即 $x=t \times V_0$;

[0084] 允许移动时间 T_0 设定为 $(1+Z) \times t$,其中 Z 为允许的加速比例;

[0085] 5) 计算加速比例 Z ;

[0086] 5.1) 根据实时雨量和波动范围计算加速比例;

[0087] 5.1.1) 若实时雨量等于雨量阈值 q 且不小于允许的波动范围 x ,则表示当前平台存在较大雨量,但雨量对机器人移动无影响,机器人正常移动;

[0088] 5.1.2) 若实时雨量等于雨量阈值 q 且小于允许的波动范围 x ,则表示可能是风力所致,记录风力安全系数 k_1 ,若前一次的风力安全系数小于 k_1 ,加速比例 Z 为当前值减去前一值,并计算对应的允许移动时间 T_0 之后,机器人进行正常移动;

[0089] 5.1.3) 若实时雨量不等于雨量阈值 q 且不小于允许的波动范围 x ,则允许移动时间 T_0 由前值进行累加,直至超出允许的移动时间 T_0 ,停止移动;

[0090] 5.1.4) 若实时雨量不等于雨量阈值 q 且大于允许的波动范围 x ,则允许移动时间 T_0 为0,机器人停止移动。

[0091] 优选的方案中,所述机器人本体通过无线方式与计算机监控系统连接,计算机监控系统通过网络与平台环境监测装置实现信息交互,在计算机监控系统输入机器人正常运行时的初始参数信息,包括最大速度、加速时间、机器人大小和重量;

[0092] 所述计算机监控系统获取所述平台的环境信息,并将获取的平台实时风力信息、平台实时雨量信息进行汇总,将汇总数据按周期 t 存储至数据库中,计算机监控系统通过接收安全传感器发送的机器人运行状态信息判断机器人是否触发警报,当触发警报时,触发安全传感器发出警报,并在计算机监控系统上显示机器人的运行状态,包括运行时间、速度和方向,监控人员根据需要发送控制指令至机器人本体,使机器人本体进入室内或停止移动。

[0093] 优选的方案中,所述机器人本体中,处理器包括:

[0094] 移动信息采集模块,用于实时采集机器人自身的移动数据,所述移动数据包括巡检机器人行进方向以及当前移动速度,并发送给移动信息分析模块;

[0095] 环境信息接收模块,用于实时获取平台上的环境信息,所述环境信息包括风力级数和倾斜度,并发送给移动信息分析模块;

[0096] 移动信息分析模块,连接移动信息采集模块和环境信息接收模块,并结合移动数据和环境信息,分析当前机器人安全行进方向,并将信息发送给风险评估模块;

[0097] 风险评估模块,连接移动信息分析模块,用于根据环境信息和机器人重量计算机器人受重力影响的倾斜度,并根据倾斜度值发出警告,风险评估模块还对计算获取的安全行进方向和当前机器人行进方向的相对角度进行监测,判断相对角度的绝对值是否超过阈值,如果超过阈值,则发出警告;

[0098] 路径规划模块,连接移动信息分析模块和风险评估模块,计算当前风力级数下的安全行进速度,并根据安全行进速度重新规划路径信息,将信息发送给巡检机器人;

[0099] 雨量统计模块,用于接收环境中的雨量信息和当前行进速度,并统计连续雨量信息超过预设阈值的次数,根据次数确定是否需要发出警告。

[0100] 本发明所提供的一种海上水制氢平台场室外巡检机器人安全控制系统,具有以下有益效果:

[0101] (1) 通过风力监测仪和雨量监测仪实时监测平台的风力和雨量信息,确保机器人在恶劣天气条件下能够及时调整运行策略,避免因环境因素导致的安全事故,另外通过安全传感器和水平仪实时监测机器人的倾斜度,并结合风力和雨量信息,计算倾斜度风险程度,及时发出警报,防止机器人因倾斜度过大而发生翻倒等危险情况,还能够根据倾斜度风险程度的不同,设置多个风险阈值,分别对应不同的应对措施,确保在不同风险级别下都能采取合适的防护措施;

[0102] (2) 通过路径规划模块,结合当前风力和倾斜度信息,动态调整机器人的移动速度和路径,确保机器人在最短时间内完成巡检任务,提高巡检效率,且能够结合环境信息和机器人自身的移动数据,实时调整行进方向,避免碰撞和障碍物,确保巡检过程的顺利进行;

[0103] (3) 通过动态调整机器人的移动速度和路径,减少不必要的能量消耗,延长电池使用寿命,降低运营成本,且系统具备高度的自动化能力,减少了对人工干预的需求,降低了人力成本,提高了运维效率;

[0104] (4) 计算机监控系统实时显示机器人的运行状态,包括运行时间、速度和方向,方便监控人员随时掌握巡检进展,系统还能够存储和分析历史数据,帮助管理人员了解平台的环境变化趋势,为未来的巡检计划提供参考。

附图说明

[0105] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明:

[0106] 图1为本发明的结构框图。

[0107] 图2为本发明的机器人本体中处理器的模块框图。

具体实施方式

[0108] 实施例1:

[0109] 一种海上水制氢平台场室外巡检机器人安全控制系统,系统包括平台环境监测装置、机器人本体和计算机监控系统;

[0110] 所述平台环境监测装置包括：

[0111] 安装于海上水制氢平台场室外的风力监测仪,用于监测室外平台的实时风力；

[0112] 安装于海上水制氢平台场室外的雨量监测仪,用于监测实时雨量；

[0113] 安装于海上水制氢平台场室外的安全传感器,用于在机器人存在异常时触发并报警器进行报警；

[0114] 安装于海上水制氢平台场室外的红外感应装置,用于控制机器人进入室内；

[0115] 所述机器人本体包括：

[0116] 处理器,用于接收平台环境监测装置获取的平台实时风力、雨量信息、安全传感器触发的警报信息,以及红外感应装置发送的感应信号,并根据接收到的信息进行数据处理及机器人控制；

[0117] 与处理器连接的加速度传感器,用于获取机器人自身的移动参数；

[0118] 与处理器连接的水平仪,用于获取室内的当前倾斜度信息；

[0119] 所述计算机监控系统通过网络与平台环境监测装置、机器人本体连接,用于获取平台实时风力、雨量信息、安全传感器触发的警报信息,以及红外感应装置发送的感应信号。

[0120] 优选的方案中,所述机器人本体中,处理器采集安全传感器实时发送的机器人运行状态信息,计算当前机器人安全移动速度和方向,分析机器人当前倾斜度的风险程度,当出现预警时实时发出警报。

[0121] 实施例2：

[0122] 在实施例1基础上,所述机器人的当前安全移动速度和方向计算方法为：

[0123] 1) 计算风力安全系数；

[0124] 将实时风力 F 转换为风力安全系数 k_1 ,转换关系为：

[0125] $k_1 = \alpha \times (F - F_0)$ ；

[0126] 其中, F_0 为机器人正常运行时能够承受的最大风力, α 为转换系数, $(F - F_0)$ 最小值为0；

[0127] 对于转换系数 α 来说, α 通过收集机器人在实际运行过程中遇到的各种风力条件下的数据,包括风力 F 、机器人正常运行时能够承受的最大风力 F_0 、机器人在不同风力下的安全状态(如是否需要减速、停止等),分析历史数据,找出风力与安全状态之间的关系,可以通过绘制风力与安全状态的关系图,确定转换系数 α ；

[0128] 2) 判断是否可以继续移动；

[0129] 若机器人与水平地面之间的距离为 h_1 ,则计算在风力安全系数 k_1 下重心距离调整比例 R_1 , $R_1 = k_1 \times h_1$ ；

[0130] 对比 R_1 与第一安全阈值 Q_1 ,若 $R_1 \geq Q_1$,则在当前风力安全系数下机器人的重心位置无法继续移动,需停止移动；

[0131] 其中, R_1 表示在当前风力安全系数下,机器人重心相对于无风状态下重心位置的变化比例, Q_1 用于判断机器人在当前风力安全系数下是否可以安全移动,当 $R_1 \geq Q_1$ 则认为机器人中心位置不稳定；

[0132] 3) 计算正常运行时的安全移动速度；

[0133] 若在没有额外风力影响情况下,实时风力安全系数 $k_1 = 0$,则机器人可按正常运行

条件移动;

[0134] 根据机器人与地面的距离 h_1 和正常运行下的安全速度系数 a_1 ,计算安全移动速度 V_1 ,计算公式为:

$$[0135] \quad V_1 = a_1 \times h_1;$$

[0136] 其中,正常运行下的安全速度系数 a_1 是一个预设的系数,用于调整机器人在正常条件下的安全移动速度。安全速度系数 a_1 ,通常通过实验、历史数据、专家经验或仿真模拟等方法确定。它反映了机器人在正常条件下的最大安全移动速度与高度之间的关系;

[0137] 4) 计算有风力影响时的安全移动速度;

[0138] 若实时风力安全系数 $k_1 > 0$,则需要考虑风力对移动速度的影响,根据实际倾斜度调整比例 R_2 计算倾斜度安全系数 a_2 ;

[0139] 根据 a_2 和 h_1 计算倾斜度安全移动速度 V_2 ,计算公式为:

$$[0140] \quad V_2 = a_2 \times h_1;$$

[0141] 其中, a_2 通常通过实验、历史数据、专家经验或仿真模拟等方法确定,它反映了机器人在倾斜状态下可以安全移动的速度与高度之间的关系;

[0142] 5) 综合计算安全移动速度;

[0143] 结合风力安全系数 k_1 ,正常运行时的安全移动速度 V_1 和倾斜度安全移动速度 V_2 计算最终的安全移动速度 V ,计算公式为:

$$[0144] \quad V = (1+k) \times V_1 + k \times V_2;$$

[0145] 所计算得到的 V 即为综合考虑风力影响和机器人倾斜状态下的安全移动速度。

[0146] 所述步骤3)中,正常运行下的安全速度系数 a_1 基于历史环境信息计算得出;

[0147] 所述步骤4)中,倾斜度安全系数 a_2 基于历史环境信息计算得出,实际倾斜度调整比例 R_2 通过水平仪测量得到。

[0148] 实施例3:

[0149] 在实施例1基础上,机器人当前倾斜度的风险程度的分析方法为:

[0150] 1) 计算机器人运行安全系数;

[0151] 使用安全传感器发送的机器人运行状态信息中的运行时间信息来转换成机器人运行安全系数 k_2 ,转换关系为:

$$[0152] \quad k_2 = f(T);$$

[0153] 其中, T 为预设的判断基准时间,且 $T > 0$,函数 f 根据历史数据确定。

[0154] f 为线性函数, $k_2 = f(T)$ 可以理解为: $k_2 = aT + b$;

[0155] 其中 a 为斜率,表示每单位时间对安全系数的影响; b 为截距,表示在 $T=0$;

[0156] 而 a 和 b 的确定则根据收集历史数据确定,例如:

[0157] 根据历史数据得到:

[0158] 当运行时间 T 为1(h)时,机器人运行安全系数 k_2 为0.1;

[0159] 当运行时间 T 为2(h)时,机器人运行安全系数 k_2 为0.2;

[0160] 当运行时间 T 为3(h)时,机器人运行安全系数 k_2 为0.3;

[0161] ……

[0162] 则基于上述历史数据, $k_2 = f(T)$ 可以直接确定为:

$$[0163] \quad k_2 = 0.1 \times T。$$

- [0164] 2) 计算倾斜度风险程度 W ;
- [0165] 基于机器人运行安全系数 k_2 , 计算当前倾斜度的风险程度 W , 计算公式为:
- [0166] $W = \lambda_1 \times k_1 + \lambda_2 \times k_2$;
- [0167] 其中, λ_1 和 λ_2 为比例系数, k_1 为风力安全系数, k_2 为机器人运行安全系数;
- [0168] λ_1 用于调整风力安全系数 k_1 对倾斜度风险程度的影响, 通常通过实验、历史数据、专家经验或仿真模拟等方法确定;
- [0169] λ_2 用于调整机器人运行安全系数 k_2 对倾斜度风险程度的影响, 通常通过实验、历史数据、专家经验或仿真模拟等方法确定;
- [0170] 3) 判断风险程度并决定行动方案;
- [0171] 3.1) 当 $W > Q_1$ 时, 则表示当前机器人的倾斜度不适合移动, 应立即停止移动;
- [0172] 3.2) 当 $Q_1 \geq W > Q_2$ 时, 则表示当前调整速度影响严重, 此时减小移动速度;
- [0173] 3.3) $Q_2 \geq W > Q_3$ 时, 则表示当前调整速度影响一般, 此时按次序逐步降低移动速度;
- [0174] 3.4) 当 $W \leq Q_3$ 时, 则表示当前调整速度影响很小, 无需调整移动速度;
- [0175] 其中, Q_1 为第一风险阈值, Q_2 为第二风险阈值, Q_3 为第三风险阈值。
- [0176] 结合实例说明本例:
- [0177] 实时风力 $F=12$ 米/秒;
- [0178] 机器人正常运行时能够承受的最大风力 $F_0=10$ 米/秒;
- [0179] 转换系数 $\alpha=0.1$;
- [0180] 机器人运行时间 $T=3$ 小时;
- [0181] 转换函数 $k_2=f(T)$ 定义为 $k_2=0.1 \times T$;
- [0182] 比例系数 $\lambda_1=0.6$;
- [0183] 比例系数 $\lambda_2=0.4$;
- [0184] 第一风险阈值 $Q_1=0.5$;
- [0185] 第二风险阈值 $Q_2=0.3$;
- [0186] 第三风险阈值 $Q_3=0.1$ 。
- [0187] (1) 计算风力安全系数 k_1 ;
- [0188] $k_1 = \alpha \times (F - F_0) = 0.1 \times (12 - 10) = 0.1 \times 2 = 0.2$;
- [0189] (2) 计算机器人运行安全系数 k_2 ;
- [0190] $k_2 = 0.1 \times T = 0.1 \times 3 = 0.3$;
- [0191] (3) 计算倾斜度风险程度 W ;
- [0192] $W = \lambda_1 \times k_1 + \lambda_2 \times k_2 = 0.6 \times 0.2 + 0.4 \times 0.3 = 0.12 + 0.12 = 0.24$;
- [0193] (4) 判断风险程度并决定行动方案:
- [0194] $W=0.2$ 并满足 $Q_2 \geq W > Q_3$, 因此根据步骤1) 中计算的比例关系, 按次序逐步降低移动速度。
- [0195] 实施例4:
- [0196] 在实施例3基础上, 所述实际倾斜度调整比例 R_2 的计算方法为:
- [0197] 1) 计算安全移动速度 V ;
- [0198] 根据实时风力 F 和安全距离系数 d 计算安全移动速度 V , 计算公式为:
- [0199] $V = F/d$;

- [0200] 中d为安全距离系数,基于机器人尺寸、重量等因素预先设置;
- [0201] 2) 计算初始移动速度 V_0 ;
- [0202] 根据安全移动速度 V 和初始移动开始到加速结束所花费的时间 t 计算水平仪的测量初始移动速度 V_0 ,计算公式为:
- [0203] $V_0 = V \times t$;
- [0204] 3) 记录和计算水平仪的测量数据;
- [0205] 在初始移动开始到加速结束期间,记录水平仪的测量数据,并根据记录的数据计算平均值 V_{01} ;
- [0206] 4) 计算偏差值 V_0^{\wedge} ;
- [0207] 计算测量初始移动速度 V_0 与平均值 V_{01} 的差值作为偏差值 V_0^{\wedge} ,计算公式为:
- [0208] $V_0^{\wedge} = V_0 - V_{01}$;
- [0209] 5) 计算调整速度 V_3 ;
- [0210] 根据实际倾斜度调整比例 R_2 和偏差值 V_0^{\wedge} 计算调整后的速度 V_3 ,计算公式为: $V_3 = (1 + R_2) \times V_0^{\wedge}$ 。
- [0211] 实施例5:
- [0212] 在实施例1基础上,本系统中所述雨量监测仪的监测数据进行机器人本体控制的方法包括:
- [0213] 1) 获取实时雨量
- [0214] 通过雨量监测仪获取当前的实时雨;
- [0215] 2) 判断雨量影响
- [0216] 2.1) 若实时雨量小于雨量阈值 q ,则表示当前雨量无影响,机器人正常移动;
- [0217] 2.2) 若实时雨量大于等于雨量阈值 q ,则表示平台有较大雨量影响,进入步骤3);
- [0218] 3) 记录实时速度并判断波动
- [0219] 在设定的采集周期内记录实时速度;
- [0220] 若实时速度的波动大于允许的波动范围 x ,则机器人停止移动;
- [0221] 反之进入步骤4);
- [0222] 4) 计算允许移动时间
- [0223] 计算平台的允许移动时间 T_0 ;
- [0224] 允许的波动范围 x 定义为机器人正常运行时的加速时间 t 与最大移动速度 V_0 之积,即 $x = t \times V_0$, x 是衡量机器人速度波动是否正常的允许范围;
- [0225] 允许移动时间 T_0 设定为 $(1+Z) \times t$,其中 Z 是基于实时雨量和波动范围计算出的允许加速比例;
- [0226] 5) 计算加速比例 Z ;
- [0227] 5.1) 根据实时雨量和波动范围计算加速比例;
- [0228] 5.1.1) 若实时雨量等于雨量阈值 q 且不小于允许的波动范围 x ,则表示当前平台存在较大雨量,但雨量对机器人移动无影响,机器人正常移动;
- [0229] 5.1.2) 若实时雨量等于雨量阈值 q 且小于允许的波动范围 x ,则表示可能是风力所致,记录风力安全系数 k_1 ,若前一次的风力安全系数小于 k_1 ,加速比例 Z 为当前值减去前一值(即 $Z = k_{\text{当前}} - k_{\text{前次}}$),并计算对应的允许移动时间 T_0 之后,机器人进行正常移动;

[0230] 5.1.3) 若实时雨量不等于雨量阈值 q 且不小于允许的波动范围 x ,则允许移动时间 T_0 由前值进行累加,直至超出允许的移动时间 T_0 ,停止移动;

[0231] 5.1.4) 若实时雨量不等于雨量阈值 q 且大于允许的波动范围 x ,则允许移动时间 T_0 为0,机器人停止移动。

[0232] 实施例6:

[0233] 在实施例1基础上,所述机器人本体通过无线方式与计算机监控系统连接,计算机监控系统通过网络与平台环境监测装置实现信息交互,在计算机监控系统输入机器人正常运行时的初始参数信息,包括最大速度、加速时间、机器人大小和重量;

[0234] 所述计算机监控系统获取所述平台的环境信息,并将获取的平台实时风力信息、平台实时雨量信息进行汇总,将汇总数据按周期 t 存储至数据库中,计算机监控系统通过接收安全传感器发送的机器人运行状态信息判断机器人是否触发警报,当触发警报时,触发安全传感器发出警报,并在计算机监控系统上显示机器人的运行状态,包括运行时间、速度和方向,监控人员根据需要发送控制指令至机器人本体,使机器人本体进入室内或停止移动。

[0235] 优选的方案中,所述机器人本体中,处理内包括:

[0236] 移动信息采集模块,用于实时采集机器人自身的移动数据,所述移动数据包括巡检机器人行进方向以及当前移动速度,并发送给移动信息分析模块;

[0237] 环境信息接收模块,用于实时获取平台上的环境信息,所述环境信息包括风力级数和倾斜度,并发送给移动信息分析模块;

[0238] 移动信息分析模块,连接移动信息采集模块和环境信息接收模块,并结合移动数据和环境信息,分析当前机器人安全行进方向,并将信息发送给风险评估模块;

[0239] 风险评估模块,连接移动信息分析模块,用于根据环境信息和机器人重量计算机器人受重力影响的倾斜度,并根据倾斜度值发出警告,风险评估模块还对计算获取的安全行进方向和当前机器人行进方向的相对角度进行监测,判断相对角度的绝对值是否超过阈值,如果超过阈值,则发出警告;

[0240] 路径规划模块,连接移动信息分析模块和风险评估模块,计算当前风力级数下的安全行进速度,并根据安全行进速度重新规划路径信息,将信息发送给巡检机器人;

[0241] 雨量统计模块,用于接收环境中的雨量信息和当前行进速度,并统计连续雨量信息超过预设阈值的次数,根据次数确定是否需要发出警告。

[0242] 本实施例中,具体地:

[0243] 所述的移动信息采集模块用于实时采集巡检机器人自身的移动数据,移动数据包括机器人当前移动速度 v_1 、行进方向 θ_1 和巡检机器人重量 w_1 ,并发送给移动信息分析模块;

[0244] 所述的环境信息接收模块用于实时获取平台上的环境信息,所述环境信息包括风力级数 a 和倾斜度 θ_2 ,并发送给移动信息分析模块;

[0245] 所述的移动信息分析模块用于结合移动数据和环境信息,计算当前机器人安全车速安全行进方向 θ_t 和方向 θ_2 ,并将信息发送给风险评估模块。

[0246] 本发明通过采集机器人自身的移动参数和获取的室外平台的环境信息,计算当前机器人安全移动速度,并且分析机器人当前倾斜度的风险程度,能够实时监测机器人的状况,一旦有异常可以及时发出警报,以提高巡检机器人的安全性能,此外还引入了重心距离

调整比例和速度调整比例,使得在考虑风力影响时兼顾了不同大小和重量的巡检机器人的安全行进,并且该系统还根据风力和倾斜度信息规划安全巡检路径,使得巡检机器人可以快速行进到安全区域,此外,还基于当前雨量和移动速度,判断平台湿滑程度,控制机器人继续或者停止移动,也即在大雨条件下,如果机器人移动速度的连续采样值出现明显波动,则认为平台湿滑程度较大,则停止移动或者控制机器人进入室内,确保了巡检机器人在安全移动的同时避免平台湿滑影响巡检机器人安全。

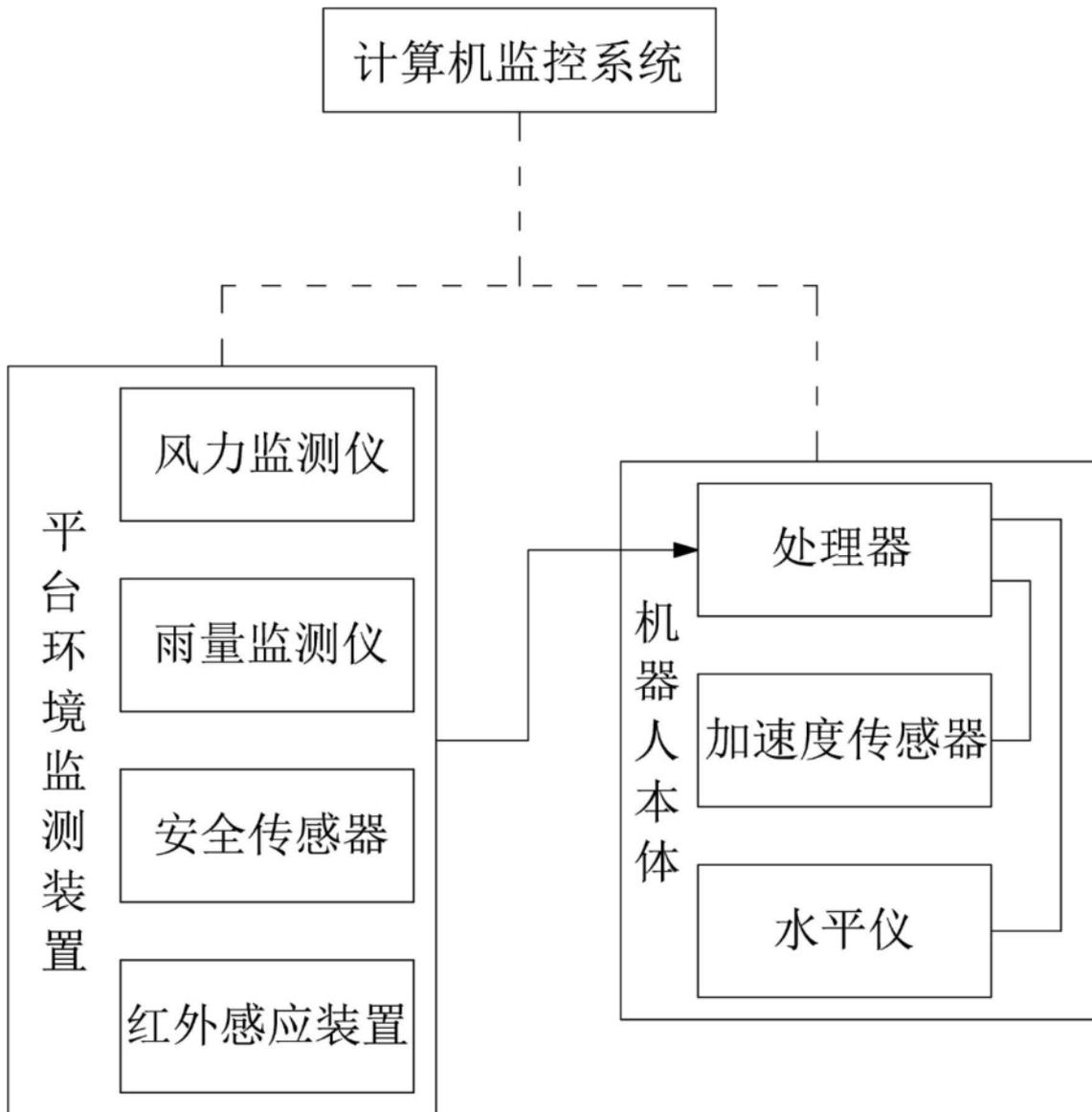


图1

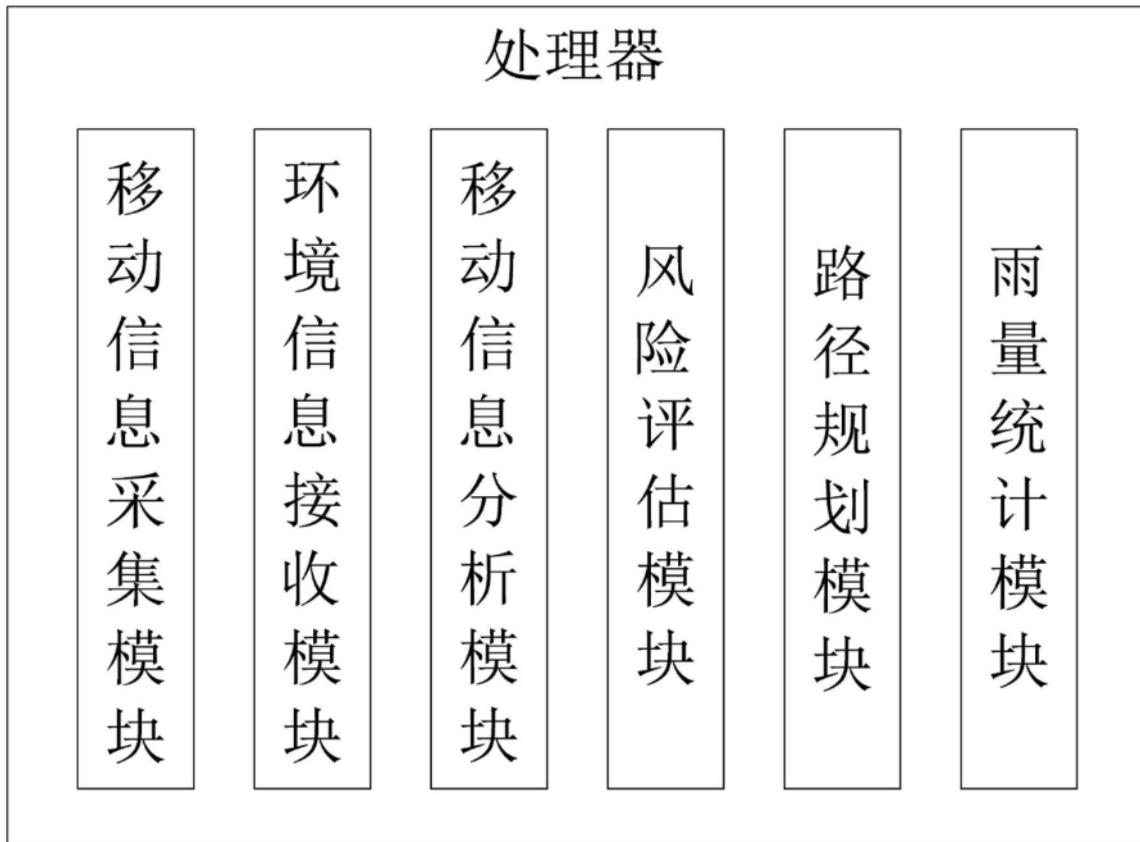


图2