1. 准备工作

清洗机器人指挥控制平台：主能力要承担清洗任务录入、清洗过程监控、系统状态监控、机器人位置监控、故障报警处理、远程遥控接管等任务。

在光伏电站升压站中控室区域处搭建一个补给站，为进行移动机器人底盘提供补给，包括充电，加水等。以保证移动机器人底盘和补给站可靠连接后进行充电和补水。

启动底盘，确保电量充足以及光伏面板清洗机器人的电源线以及电气连接接口正确，控制主控与底盘以及其他传感器正常通信。接收到清洗指令后，确定清洗目标区域，保证机器人的水箱已经装满清洗液。

1. 机器人定位导航设计

**方案一：**

2.1录制路径

首先，检查工作环境，根据工作区域划分为1，2，3等区域。遥控小车，分别录制到1，2，3等区域的路径信息。在录制轨迹时需要注意，当小车运行到清洗区域后，要注意保持小车与光伏面板保持一定的横向距离，方便清洁机构正确落到光伏面板上进行清洗。可以在rviz中看到一条绘制出的轨迹信息即为录制好的路线。在进行路线录制时，按照里程计每一定间隔记录base\_link位于map坐标系的坐标，作为路线的路径点，一系列路点组成了一条路线。将路线信息保存到对应文件夹下，命名为default\_path1、default\_path2、default\_path3等。

2.2 RTK户外循迹

当接收到清洗命令，明确具体清洗区域后，遥控小车到路线起点附近，启动RTK循迹功能，车辆开始对目标区域进行循迹。在循迹过程中，path\_server包会将对应路线从文件中读出，并作为/recorded\_path话题发布。采用LoopPathPlanner作为全局路径规划器，在收到/recorded\_path话题的数据后，将结合机器人的位置决定将路线未走到的部分作为全局路径规划发布，并为局部路径规划器指定下一个目标。在完成整条路线后，如果设置loop和round都设置为true， 则LoopPathPlanner则会路点顺序反转，实现从路线结尾走回到路线开始。采用teb\_local\_planner作为局部路径规划器，自动规划局部路线，以实现遇到障碍物，进行避障功能。若小车循迹精度不高，则将teb局部路径规划器改为carrot\_planner规划器。到达目标位置后输送清洗机构至光伏组件上，清洗机构执行清洗工作。

**方案二：**

2.1 坐标转换

启动北斗差分定位模块，利用串口读取车上北斗模块信号，将得到的经纬度信息通过坐标转化为ros坐标系的xyz坐标。将得到的xyz坐标通过话题发布出去。

2.2 slam建图

使用激光雷达等传感器扫描光伏场地，获取场地的地图信息。采用ros下的robot\_pose\_ekf功能包来融合里程计信息、imu、激光雷达数据，利用ros 下的pointcloud\_to\_laserscan功能包将多线激光雷达的点云信息转化为laserscan消息类型，遥控小车，采用slam建图算法对光伏电站周围环境进行建图。将建好的地图保存到指定目录下。要求建的地图应能正确反映周围环境，误差应足够小。

2.3 北斗差分定位

首先，为了实现有效的导航、避障和任务执行，移动机器人需要知道自己在环境中的位置。需要机器人利用先验环境地图信息、机器人位姿的当前估计以及传感器的观测值等输入信息，经过一定的运算产生更加准确的对机器人当前位姿的估计。由于光伏电站现场环境光线复杂，采用北斗差分高精度惯性导航传感器对智能机器人精确定位，可实现厘米级定位，且实时性优良。

2.4 导航

在得到小车在地图上的位置后，根据得到的清洗命令，给定目标点进行导航。采用global\_planner作为全局路径规划器，通过A\*算法计算出当前位置到目标点的最短路径，通过/cmd\_vel话题接收到规划出的行驶速度以及角度，通过can控制驱动电机以及转向电机，进而对底盘运动的控制，保证机器人在此路径上运动。运动时，以激光雷达等感知系统为依托，能够不间断感知附近环境。采用local\_planner规划器作为局部规划器，当遇到未知障碍时，采用DWA算法来对障碍物进行避障，如果避障行为与沿原路径相比，前者优先级更高，则局部规划器即在竞争的基础上，控制执行系统，驱动机器人根据局部规划实施行动。规避行为完成后，系统控制权又由全局规划器所掌控；机器人则回归到全局规划设置的途径中，根据规划出的全局路径继续前进。如此反复，直至到目标点。到达后输送清洗机构至光伏组件上，清洗机构执行清洗工作。

1. 进行清洗操作

记录机器人正常工作时小车与光伏面板的横向距离。在机器人达到指定位置后，对小车与光伏面板的横向距离进行判断，若满足要求，则自动加载执行机构到预设位置的程序，自动控制清洗机构进行清洗，若不满足要求则可利用相机进行二次定位后再进行上诉操作。例如当订阅者拿到机器人到达指定位置信息后，首先判断横向距离是否满足要求，满足要求后控制电机将伸缩机构到指定位置，喷水对光伏面板进行清洗。通过控制电机脉冲来控制伸缩机构的行程，避免存在一些高处区域未被清洗到。初步规定一次清洗周期为执行机构做一次上下往复运动。基于小车坐标系，通过判断电机控制执行机构行驶的量程，确定这一次清洗任务结束后，在X方向控制小车行驶长度等长于清洗机构末端清洁器的长度，在小车运动过程中，清洗机构处于静止状态，再进行一次清洗周期，直至整个光伏面板清洁完成。在清洁过程中如遇到水箱水不够时应及时返回补给站进行加水，加满水后再返回清洁区域工作。

4.清洗完成以及返回

当整块光伏面板被清洗后，将清洗机构收缩，清洗工作完成后，回收清洗机构返回光伏电站的指定停机处，并且补给水，电，保证下一次清洗工作的顺利进行。