



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105032805 B

(45)授权公告日 2017.04.05

(21)申请号 201410458695.8

(51)Int.Cl.

B08B 3/02(2006.01)

B08B 7/00(2006.01)

B25J 5/00(2006.01)

B25J 9/02(2006.01)

(22)申请日 2014.09.10

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105032805 A

(43)申请公布日 2015.11.11

(56)对比文件

(73)专利权人 山东鲁能智能技术有限公司

CN 204170998 U, 2015.02.25, 权利要求第

地址 250101 山东省济南市高新区(历下  
区)新泺大街2008号银荷大厦B座626

1-10项.

(72)发明人 李健 王滨海 鲁守银 慕世友

审查员 代亚平

任杰 傅孟潮 韩磊 陈强

王振利 谭林 吕曦晨 李建祥

赵金龙 张海龙 高郎宏

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限  
公司 37221

权利要求书2页 说明书6页 附图4页

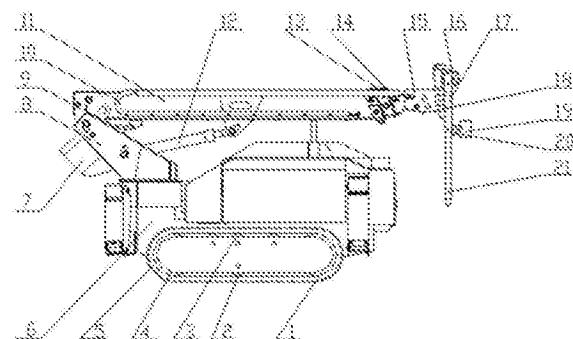
代理人 张勇

(54)发明名称

一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器  
人

(57)摘要

本发明公开了一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人，包括车体移动机构、升降机构、电气控制系统和水枪冲洗机构，其中，车体移动机构上设有第一减震器；车体移动机构通过回转支承与升降机构的回转平台相连，升降机构的回转平台上还安装有机械臂，机械臂上设有第二减震器，机械臂与水枪冲洗机构的工作台相连，电气控制系统包括车载子系统和遥控子系统，遥控子系统与车载子系统相配合，通过无线方式完成对机器人的车体移动机构、升降机构及水枪冲洗机构的控制；该装置利用机器人代替人工完成变电站绝缘子冲洗作业，使操作人员位于安全区域内，保障了操作人员的安全，降低的劳动强度，提高冲洗效率和自动化水平。



1. 一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人，其特征是：包括车体移动机构、升降机构、电气控制系统和水枪冲洗机构，其中，车体移动机构上设有第一减震器；所述车体移动机构与升降机构连接，升降机构上安装有机械臂，所述机械臂上设有第二减震器，机械臂与水枪冲洗机构的工作台相连，电气控制系统包括车载子系统和遥控子系统，遥控子系统与车载子系统相配合，通过无线方式完成对机器人的车体移动机构、升降机构及水枪冲洗机构的控制；

所述升降机构包括回转平台及调平机构，回转平台通过回转支承与车体移动机构连接，回转平台上连接有机械臂，回转平台及机械臂与油缸系统连接；

所述机械臂为三节两级伸缩臂，所述三节两级伸缩臂包括大臂、连接臂及小臂，大臂铰接到回转平台上，连接臂前、后端均设置有滑块，滑块与连接臂螺栓连接，连接臂通过滑块与大臂、小臂滑动连接，连接臂的头部安装有链轮，通过链传动实现连接臂与小臂的同步伸缩；

所述水枪冲洗机构包括俯仰油缸及摆动油缸，俯仰油缸通过螺栓连接在摆动油缸上，摆动油缸通过螺栓连接在工作台上，俯仰油缸上铰接有水枪架，水枪架上连接有水枪。

2. 如权利要求1所述的一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人，其特征是：所述车体移动机构，包括履带底盘、左行走马达、右行走马达、驱动轮、从动轮、承重轮、履带、张紧缓冲装置以及两侧的四个液压支腿，左行走马达和右行走马达通过螺栓连接在履带底盘支架上，驱动轮通过驱动轴与行走马达联接，从动轮、承重轮与张紧缓冲装置分别通过旋转轴与履带底盘支架联接，履带套在驱动轮、从动轮、承重轮与张紧缓冲装置的外侧，底盘左边为柴油箱，右边为液压油箱，液压支腿铰接在履带底盘上。

3. 如权利要求1所述的一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人，其特征是：所述车体移动机构包括轮式底盘、左行走马达、右行走马达、驱动轮、从动轮以及两侧的四个液压支腿，左行走马达和右行走马达通过螺栓连接在轮式底盘支架上，驱动轮通过驱动轴与行走马达联接，从动轮通过旋转轴与轮式底盘支架联接，轮式底盘左边为柴油箱，右边为液压油箱，液压支腿铰接在轮式底盘上。

4. 如权利要求1所述的一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人，其特征是：所述三节两级伸缩臂的大臂、小臂上通过螺栓连接有变幅链条，大臂前端绕过链轮与伸缩链条的前端铰接，伸缩链条的末端与小臂末端铰接。

5. 如权利要求1所述的一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人，其特征是：所述油缸系统包括变幅油缸和伸缩油缸，其中，回转平台及大臂与变幅油缸铰接连接，大臂及连接臂与伸缩油缸连接，调平机构包括调平油缸I和调平油缸II，调平油缸I安装在回转平台和大臂间，与回转平台、大臂连接，调平油缸II安装在工作台与小臂之间，与工作台、小臂连接。

6. 如权利要求1所述的一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人，其特征是：所述水枪架上通过螺栓安装有跟踪摄像机，用于实时观察绝缘子水冲洗作业情况，跟踪摄像机正下方装有激光测距仪，用于实时测量水枪与水冲洗作业绝缘子的距离。

7. 如权利要求5所述的一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人，其特征是：所述回转平台上还连接有液压控制系统的比例控制阀组；此处的比例控制阀组为上装控制阀组B。

8. 如权利要求7所述的一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人，其特征是：所述液

压控制系统包括下部控制阀组A、上装控制阀组B及中央回转接头，共有七个比例换向阀和四个手动换向阀；所述下部控制阀组A通过分配阀与液压泵连接，由四个手动换向阀控制水冲洗机器人四个支腿油缸来完成伸缩运动，两个比例换向阀控制左右两个马达，进行机器人行走运动；

所述上装控制阀组B依次经中央回转接头、上装控制切换按钮、分配阀、与液压泵连接，由一个比例换向阀控制回转马达，完成上装回转平台旋转运动，两个比例换向阀控制大臂俯仰和小臂伸缩运动，另两个比例换向阀通过水平摆动油缸和垂直摆动油缸实现水枪的水平运动和俯仰运动。

9. 如权利要求8所述的一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人，其特征是：所述中央回转接头是连接回转平台与底盘油路的液压元件，用于使回转平台旋转任意角度后，液压油路还能正常配油。

10. 如权利要求1所述的一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人，其特征是：所述电气控制系统包括车载子系统和遥控子系统，车载子系统包括工控机，工控机通过485总线采集各类传感器上传的数据，并对从远程遥控器接收到的指令下发给无线接收机，无线接收机接收到远程遥控器的数据后在工控机中进行处理然后再下发给无线收发机，通过对电压值的调节控制比例阀的开合及流量大小，实现对移动底盘左右轮运动、小臂伸缩、大臂俯仰及回转平台旋转的控制。

11. 如权利要求10所述的一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人，其特征是：所述各类传感器包括拉线传感器、角度传感器、倾角传感器、温度传感器、压力传感器、电压传感器与电流传感器，拉线传感器安装在大臂与小臂之间，用于测量小臂的伸缩长度，大臂和工作台均装有一个角度传感器和一个倾角传感器，采集大臂和工作台水平和垂直方向的角度数据并传递给工控机，其中工作台上的角度传感器与倾角传感器数据通过无线传送，以实现顶端平台的完全绝缘，温度传感器和压力传感器安装在液压油箱上，采集液压油箱中的油温以及液压油箱中液压油的压力数据，采集到的数据为模拟量，经过A/D转换成数字信号传递给工控机，电压传感器与电流传感器采集电路中的电压值及电流值，检测电路中的电压及电流是否稳定，采集到的模拟信号经过A/D转换模块转换为数字信号传递给工控机。

12. 如权利要求10所述的一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人，其特征是：所述车载子系统包括车载上位机控制系统和车载驱动器，车载上位机控制系统具有接收遥控子系统的命令。

13. 如权利要求9所述的一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人，其特征是：所述遥控子系统具有车体的移动、发动机的启停、油门的大小、升降机构单关节控制和组合控制按键。

## 一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人。

### 背景技术

[0002] 变电站绝缘子长时间暴露在外界环境中,表面易沉积污垢,这些污垢受恶劣天气侵害容易发生污闪事故。绝缘子带电水冲洗作业可以提高供电的可靠性,减少停电损失,保证变电站及输电线路的安全。现阶段的绝缘子冲洗作业存在以下几方面的缺点:

[0003] 1、冲洗方式大多是由清洗技术人员手持冲洗设备进入现场进行作业,人工冲洗不仅依赖于天气情况,还需要清洗人员具备较高技术水平及熟练的操作流程,对绝缘子进行带电水冲洗时需要高规格的安全防护,以避免短路电流造成的安全事故,引发人员伤亡,这类作业方式存在安全隐患;

[0004] 2、操作人员在冲洗时,无法保证始终位于安全区域内,劳动强度高且效率低;

[0005] 3、考虑到带电水冲洗作业受到冲洗角度、水压等多方面的影响,人工作业有时不能把设备外绝缘表面的污秽物完全冲走;

[0006] 4、现有水冲洗机器人在冲洗时,行走机构、机械臂和水枪均会产生震动和摇摆,降低冲洗精确度,无法将绝缘子外表面的污物清洗干净。

[0007] 因此,研发一种能够达到减少震动、能够达到精确冲洗目的的机器人代替人工操作是非常必要的,是符合时代发展要求的。

### 发明内容

[0008] 本发明为了解决上述问题,提出了一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人,该系统可代替操作人员,在不停电的情况下对变电站设备进行机器人带电水冲洗作业,其可有效减轻人工清洗工作的繁重体力劳动,保证操作人员的人身安全,同时减少机器人行走、喷射冲洗时产生的震动,精确清洗绝缘子上的污物,防止设备污闪事故、保证电网的安全运行。

[0009] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0010] 一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人,包括车体移动机构、升降机构、电气控制系统和水枪冲洗机构,其中,车体移动机构上设有第一减震器;所述车体移动机构与升降机构连接,升降机构上安装有机械臂,所述机械臂上设有第二减震器,机械臂与水枪冲洗机构的工作台相连,电气控制系统包括车载子系统和遥控子系统,遥控子系统与车载子系统相配合,通过无线方式完成对机器人的车体移动机构、升降机构及水枪冲洗机构的控制;

[0011] 所述升降机构包括回转平台及调平机构,回转平台通过回转支承与车体移动机构连接,回转平台上连接有机械臂,回转平台及机械臂与油缸系统连接。

[0012] 所述车体移动机构,包括履带底盘、左行走马达、右行走马达、驱动轮、从动轮、承重轮、履带、张紧缓冲装置以及两侧的四个液压支腿,左行走马达和右行走马达通过螺栓连接在履带底盘支架上,驱动轮通过驱动轴与行走马达联接,从动轮、承重轮与张紧缓冲装置

分别通过旋转轴与履带底盘支架联接，履带套在驱动轮、从动轮、承重轮与张紧缓冲装置的外侧，底盘左边为柴油箱，右边为液压油箱，液压支腿铰接在履带底盘上。

[0013] 所述车体移动机构包括轮式底盘、左行走马达、右行走马达、驱动轮、从动轮以及两侧的四个液压支腿，左行走马达和右行走马达通过螺栓连接在轮式底盘支架上，驱动轮通过驱动轴与行走马达联接，从动轮通过旋转轴与轮式底盘支架联接，轮式底盘左边为柴油箱，右边为液压油箱，液压支腿铰接在轮式底盘上。

[0014] 所述机械臂为三节两级伸缩臂。

[0015] 所述三节两级伸缩臂包括大臂、连接臂及小臂，大臂铰接到回转平台上，连接臂前、后端均设置有滑块，滑块与连接臂螺栓连接，连接臂通过滑块与大臂、小臂滑动连接，连接臂的头部安装有链轮，通过链传动实现连接臂与小臂的同步伸缩。

[0016] 所述三节两级伸缩臂的大臂、小臂上通过螺栓连接有变幅链条，大臂前端绕过链轮与伸缩链条的前端铰接，伸缩链条的末端与小臂末端铰接。

[0017] 所述油缸系统包括变幅油缸和伸缩油缸，其中，回转平台及大臂与变幅油缸铰接连接，大臂及连接臂与伸缩油缸连接，调平机构包括调平油缸I和调平油缸II，调平油缸I安装在回转平台和大臂间，与回转平台、大臂连接，调平油缸II安装在工作台与小臂之间，与工作台、小臂连接。

[0018] 所述水枪冲洗机构包括俯仰油缸及摆动油缸，俯仰油缸通过螺栓连接在摆动油缸上，摆动油缸通过螺栓连接在工作台上，俯仰油缸上铰接有水枪架，水枪架上连接有水枪。

[0019] 所述水枪架上通过螺栓安装有跟踪摄像机，用于实时观察绝缘子水冲洗作业情况，跟踪摄像机正下方装有激光测距仪，用于实时测量水枪与水冲洗作业绝缘子的距离。

[0020] 所述回转平台上还连接有液压控制系统的比例控制阀组；此处的比例控制阀组为上装控制阀组B。

[0021] 所述液压系统包括下部控制阀组A、上装控制阀组B及中央回转接头，共有七个比例换向阀和四个手动换向阀。

[0022] 所述下部控制阀组A通过分配阀与液压泵连接，由四个手动换向阀控制水冲洗机器人四个支腿油缸来完成伸缩运动，两个比例换向阀控制左右两个马达，进行机器人行走运动；

[0023] 所述上装控制阀组B依次经中央回转接头、上装控制切换按钮、分配阀、与液压泵连接，由一个比例换向阀控制回转马达，完成上装回转平台旋转运动，两个比例换向阀控制大臂俯仰和小臂伸缩运动，另两个比例换向阀通过水平摆动油缸和垂直摆动油缸实现水枪的水平运动和俯仰运动。

[0024] 所述中央回转接头是连接回转平台与底盘油路的液压元件，用于使回转平台旋转任意角度后，液压油路还能正常配油。

[0025] 所述电气控制系统包括车载子系统和遥控子系统，车载子系统包括工控机，工控机通过485总线采集各类传感器上传的数据，并对从远程遥控器接收到的指令下发给无线接收机，无线接收机接收到远程遥控器的数据后在工控机中进行处理然后再下发给无线收发机，通过对电压值的调节控制比例阀的开合及流量大小，实现对移动底盘左右轮运动、小臂伸缩、大臂俯仰及回转平台旋转的控制。

[0026] 所述各类传感器包括拉线传感器、角度传感器、倾角传感器、温度传感器、压力传

传感器、电压传感器与电流传感器，拉线传感器安装在大臂与小臂之间，用于测量小臂的伸缩长度，大臂和工作台均装有一个角度传感器和一个倾角传感器，采集大臂和工作台水平和垂直方向的角度数据并传递给工控机，其中工作台上的角度传感器与倾角传感器数据通过ZIGBEE无线传送，以实现顶端平台的完全绝缘，温度传感器和压力传感器安装在液压油箱上，采集液压油箱中的油温以及液压油箱中液压油的压力数据，采集到的数据为模拟量，经过A/D转换成数字信号经过485传递给工控机，电压传感器与电流传感器采集电路中的电压值及电流值，检测电路中的电压及电流是否稳定，采集到的模拟信号经过A/D转换模块转换为数字信号经过485总线传递给工控机。

[0027] 车载子系统包括车载上位机控制系统和车载驱动器，车载上位机控制系统具有接收遥控子系统的命令，并对命令进行解析和实现运动算法的等功能。车载驱动器接收车载上位机控制系统的指令实现对车体的阀组进行控制的功能。遥控子系统具有车体的移动、发动机的启停、油门的大小、升降机构单关节控制和组合控制功能。车载子系统和手持终端子系统通过无线方式通信。

[0028] 车载子系统按功能主要分为车体移动控制模块、上装升降机构运动控制模块、发动机及电源动力监控模块和安全监控模块等四个模块。车体移动控制模块具备前进、后退、调速、左右转向、支腿伸缩、辅助照明、安全监控等功能；上装升降机构运动控制模块具备单关节控制、单关节位置反馈、自动调平及安全监控等功能；发动机及电源动力监控模块具备发动机启停、调速等控制和发动机状态及电源电压的监视等功能；安全监控模块具备升降机构各关节限位、支腿状态、油温油位、电池电压等状态的阈值设定及安全报警。

[0029] 本发明的有益效果：

[0030] 1、根据变电站水冲洗作业的需要，设计一种新型一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人装置，主体由机械本体和远程遥控装置组成，机械本体与遥控装置之间全部通过无线信号进行信号传递，使冲洗作业人员远离高压电场，保障了作业人员的安全。

[0031] 2、操作人员手持遥控装置，通过远程遥控装置上的控制手柄，可以远距离控制机器人机械本体的车体移动机构、三节两级伸缩臂升降机构及水枪冲洗机构，可以根据跟踪摄像机采集图像调整机器人的作业姿态，利用高压喷水机构喷射高纯水进行冲洗作业。

[0032] 3、该装置利用机器人代替人工完成变电站绝缘子冲洗作业，使操作人员位于安全区域内，保障了操作人员的安全，降低的劳动强度，提高冲洗效率和自动化水平，对我国变电站水冲洗作业方式产生积极的变革作用；

[0033] 4、设置第一减震器和第二减振器，减少冲洗机器人在冲洗时产生的震动和摇摆，冲洗精确度大幅提高，彻底清洗绝缘子上的污物，防止设备污闪事故、保证电网的安全运行。

## 附图说明

- [0034] 图1为本发明的结构示意图；
- [0035] 图2为本发明的制图支撑时结构俯视图；
- [0036] 图3为本发明的工作极限位置的结构示意图；
- [0037] 图4为本发明的液压控制原理图；
- [0038] 图5为本发明的电气控制结构框图；

[0039] 图6为本发明的远程遥控器面板示意图；

[0040] 图中，1、从动轮，2、承重轮，3、张紧缓冲装置，4、驱动轮，5、履带，6、履带底盘，7、比例控制阀组，8、回转平台，9、调平油缸I，10、变幅链条，11、大臂，12、变幅油缸，13、伸缩链条，14、链轮，15、工作台，16、俯仰油缸，17、水枪架，18、调平油缸II，19、跟踪摄像机，20、激光测距仪，21、水枪，22、电气控制箱，23、后液压支腿I，24、后液压支腿II，25、液压油箱，26、前液压支腿I，27、前液压支腿II，28、柴油箱，29、连接臂，30、前臂，31、摆动油缸。

### 具体实施方式：

[0041] 下面结合附图对本发明进行详细说明：

[0042] 如图1-3所示，一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人，主体由机械本体和远程遥控装置组成。其中，机械本体主要由车体移动机构、三节两级伸缩臂升降机构、水枪冲洗机构、液压控制系统和电气控制系统组成。车体移动机构上设有第一减震器；车体移动机构通过回转支承与升降机构的回转平台8相连，升降机构的回转平台8上还安装有三节两级伸缩臂，三节两级伸缩臂上设有第二减震器，三节两级伸缩臂的前臂30通过调平油缸II 18与水枪冲洗机构的工作台15相连，所述回转平台8上还连接有液压控制系统的比例控制阀组；电气控制系统包括车载子系统和遥控子系统，遥控子系统与车载子系统相配合利用液压控制系统通过无线方式完成对机器人的车体移动机构、升降机构及水枪冲洗机构的控制，移动底盘和三节两级伸缩臂上分别设有第一减震器和第二减震器。

[0043] 一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人工作动力来源车载柴油机。采用自带动力源，柴油机提供动力，可以进入密集设备区内作业，解决了现场的电源配置问题。

[0044] 车体移动机构可以采用履带式移动底盘结构，主要由履带底盘6、左右行走马达、驱动轮4、承重轮2、履带5、张紧缓冲装置3以及两侧的四个液压支腿组成。底盘左边为柴油箱28，右边为液压油箱25，后液压支腿I 23，后液压支腿II 24，前液压支腿I 26，前液压支腿II 27铰接在履带底盘6上。

[0045] 车体移动机构也可以采用轮式移动机构，轮式移动机构主要由轮式底盘、左行走马达、右行走马达、驱动轮、从动轮以及两侧的四个液压支腿组成，左行走马达和右行走马达通过螺栓连接在轮式底盘支架上，驱动轮通过驱动轴与行走马达联接，从动轮通过旋转轴与轮式底盘支架联接，轮式底盘左边为柴油箱，右边为液压油箱，液压支腿铰接在轮式底盘上。

[0046] 三节两级伸缩臂组成的升降机构主要由回转平台8、三节两级伸缩臂，调平机构组成。回转平台8通过回转支承与车体移动机构连接，由回转马达驱动实现回转平台8及其附属各部件360°连续回转运动，比例控制阀组7通过螺栓连接在回转平台8上；两级伸缩臂主要由大臂11、连接臂29、前臂30组成，两级伸缩臂安装于回转平台8上，大臂11铰接到回转平台8上，连接臂29前端有滑块，滑块与连接臂29螺栓连接，连接臂29与大臂11、前臂30滑动连接，连接臂29的头部安装链轮14；变幅油缸12与大臂11、回转平台8铰接连接，伸缩油缸与大臂11、连接臂29铰接连接；调平机构主要由调平油缸I 9和调平油缸II 18组成，调平油缸I 9安装在回转平台8和大臂11间，与回转平台8、大臂11铰接连接，调平油缸II 18安装在工作台15与前臂30之间，与工作台15、前臂30铰接连接；变幅链条10通过螺栓分别连接在大臂11、前臂30上，伸缩链条13的前端铰接在大臂11前端，绕过链轮14，末端铰接前臂30末端。

[0047] 水枪冲洗机构主要由工作台15、俯仰油缸16、摆动油缸31、水枪架17、水枪21组成。俯仰油缸16通过螺栓连接在摆动油缸31上，摆动油缸31通过螺栓连接在工作台15上，水枪架17铰接在俯仰油缸16上，水枪21螺旋连接于水枪架17上。

[0048] 机器人水枪架17上安装跟踪摄像机19，用于实时观察绝缘子水冲洗作业情况，实时的传递作业现场的画面，方便远程操作人员实施作业。跟踪摄像机19螺栓连接在水枪架17上。跟踪摄像机19正下方装有激光测距仪20，实时测量水枪与水冲洗作业绝缘子的距离，使其保持在安全作业距离以内。

[0049] 该机器人在作业时，通过远程遥控装置的控制手柄控制机械本体的车体移动机构移动到指定区域，将前液压支腿I26，前液压支腿II27，后液压支腿I23，后液压支腿II24支撑着地，提高机器人作业稳定性；回转平台8及其附属部件可360°转动，调整两级伸缩臂的方位，通过变幅油缸12与调整大臂11的俯仰角，连接臂29通过伸缩油缸实现伸出与收缩，前臂30在伸缩链条13的带动下实现与连接臂29同步伸出与收缩，在变幅油缸12、伸缩油缸和伸缩链条13的共同作用下，调整大臂11、连接臂29以及前臂30的位姿；调平油缸I9和调平油缸II18协调调整工作台15的位姿，保持工作台15水平，俯仰油缸16上下俯仰以及摆动油缸31的左右摆动实现水枪架17的位姿微调，通过跟踪摄像机19采集的图像，确定水枪21的位姿，水枪21喷射高纯度水进行冲洗作业。

[0050] 如图4所示，一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人液压系统采用下部控制阀组A、上装控制阀组B组合控制和中央回转接头组合控制，共有七路比例换向阀和四路手动换向阀。一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人采用柴油机为动力，通过联轴器与双联齿轮泵相连，考虑变电站带电作业特殊环境要求，液压系统均采用抗磨绝缘液压油。液压油从油箱，经吸油过滤器进入水冲洗机器人液压控制油路，再经回油滤油器流回油箱。其中单向阀为控制油液回流，安全阀其过载保护功能，压力表通过压力表开关与油路相连，并实时显示油路液压油压力。中央回转接头是联接回转平台与底盘油路的液压元件，它保证回转平台旋转任意角度后，液压油路还能正常配油。

[0051] 下部控制阀组A通过分配阀与液压泵连接，主要由四组手动换向阀控制水冲洗机器人四个支腿油缸来完成伸缩运动，两个比例换向阀控制左右两个马达，进行机器人行走运动。

[0052] 上装控制阀组B经中央回转接头、上装控制切换按钮、分配阀、与液压泵连接，主要由一个比例换向阀控制回转马达，完成上装回转平台旋转运动，两组比例换向阀控制大臂俯仰和前臂伸缩运动，另两组比例换向阀通过水平摆动油缸和垂直摆动油缸实现水枪的水平运动和俯仰运动。

[0053] 如图5所示，一种可精确冲洗的变电站带电水冲洗机器人电气控制系统包括车载子系统和遥控子系统。车载子系统包括车载上位机控制系统和车载驱动器，车载上位机控制系统具有接收遥控子系统的命令，并对命令进行解析和实现运动算法的等功能。车载驱动器接收车载上位机控制系统的指令实现对车体的阀组进行控制的功能。遥控子系统具有车体的移动、发动机的启停、油门的大小、升降机构单关节控制和组合控制功能。车载子系统和手持终端子系统通过无线方式通信。

[0054] 车载子系统按功能主要分为车体移动控制模块、上装升降机构运动控制模块、发动机及电源动力监控模块和安全监控模块等四个模块。车体移动控制模块具备前进、后退、

调速、左右转向、支腿伸缩、辅助照明、安全监控等功能；上装升降机构运动控制模块具备单关节控制、单关节位置反馈、自动调平及安全监控等功能；发动机及电源动力监控模块具备发动机启停、调速等控制和发动机状态及电源电压的监视等功能；安全监控模块具备升降机构各关节限位、支腿状态、油温油位、电池电压等状态的阈值设定及安全报警。

[0055] 车载子系统硬件由工控机、无线接收机、A/D转换模块、ZIGBEE、各类传感器、比例阀、开关阀等组成。工控机通过485总线采集各类传感器上传的数据，并对从远程遥控器接收到的指令下发给无线接收机，实现对开关阀，比例阀的控制。无线接收机接收到遥控器的数据后在工控机中进行处理然后再下发给无线收发机，通过对电压值的调节控制比例阀的开合及流量大小，实现对移动底盘左右轮运动，前臂伸缩，大臂俯仰，回转平台旋转的控制。

[0056] 各类传感器包括拉线传感器、角度传感器、倾角传感器、温度传感器、压力传感器、电压传感器与电流传感器，拉线传感器安装在大臂与小臂之间，用于测量小臂的伸缩长度，大臂和顶端平台均装有一个角度传感器和一个倾角传感器，采集大臂和平台水平和垂直方向的角度数据并传递给工控机，其中平台上的角度传感器与倾角传感器数据通过ZIGBEE无线传送，以实现顶端平台的完全绝缘。温度和压力传感器安装在液压油箱上，采集油箱中的油温以及油箱中液压油的压力数据，采集到的数据为模拟量，经过A/D转换成数字信号经过485传递给工控机。电压与电流传感器采集电路中的电压电流值，检测电路中的电压电流是否稳定，采集到的模拟信号经过A/D转换模块转换为数字信号经过485总线传递给工控机。

[0057] 远程遥控器实现对移动底盘、升降臂和水枪的远程控制，其中包括控制左轮前后、右轮前后、大臂左右、大臂俯仰、小臂伸缩、平台左右；带锁按键包括工具、选择、XYZ世界坐标系、油门大小的控制；自恢复按键包括复位、发动机启停、示教、再现、启动的控制；指示灯包括电源、无线通信、报警指示灯。

[0058] 如图6所示，远程遥控器面板示意图，包括7个模拟摇杆，控制左轮前后、右轮前后、大臂左右、大臂俯仰、小臂伸缩、平台左右；带锁按键包括工具、选择、XYZ世界坐标系、油门大小的控制；自恢复按键包括复位、发动机启停、示教、再现、启动的控制；指示灯包括电源、无线通信、报警指示灯。

[0059] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述，但并非对本发明保护范围的限制，所属领域技术人员应该明白，在本发明的技术方案的基础上，本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

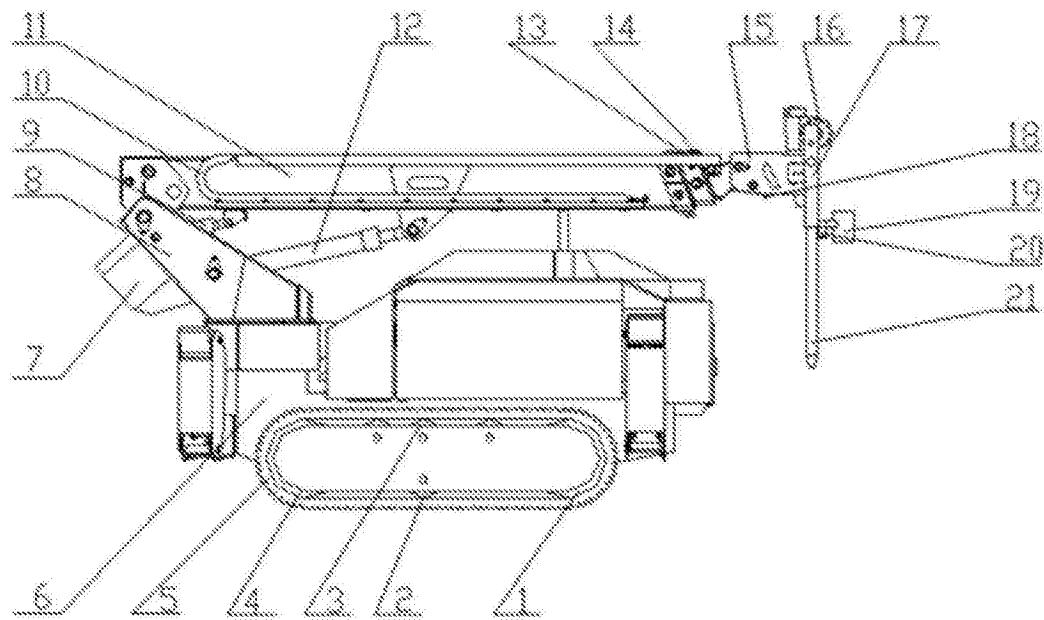


图1

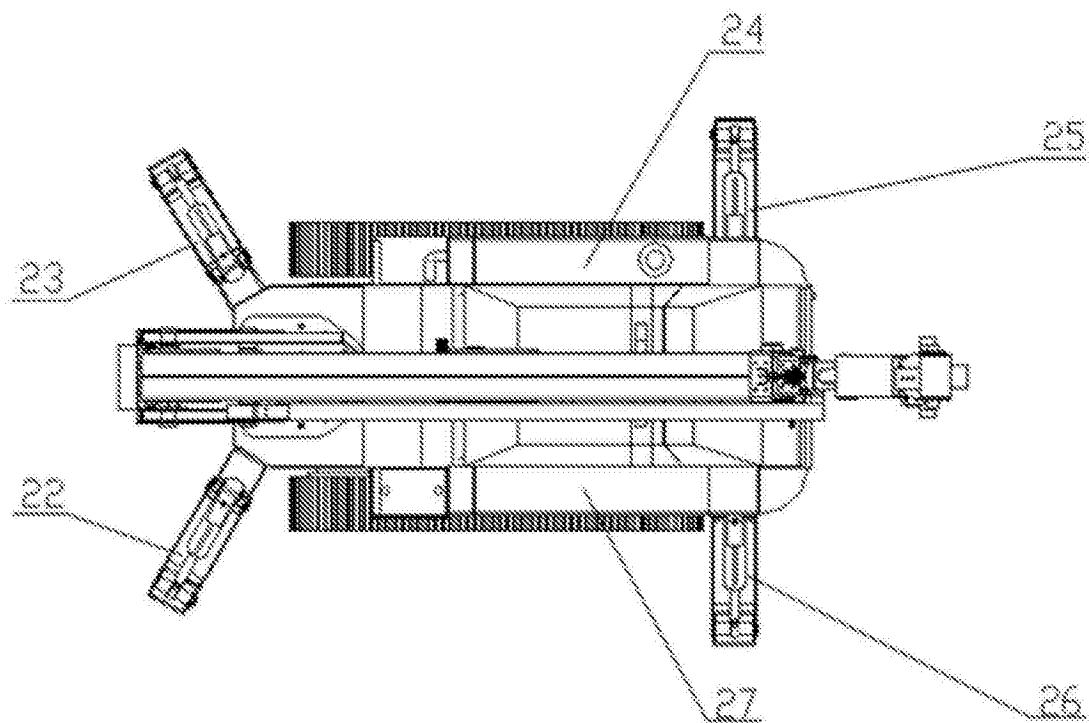


图2

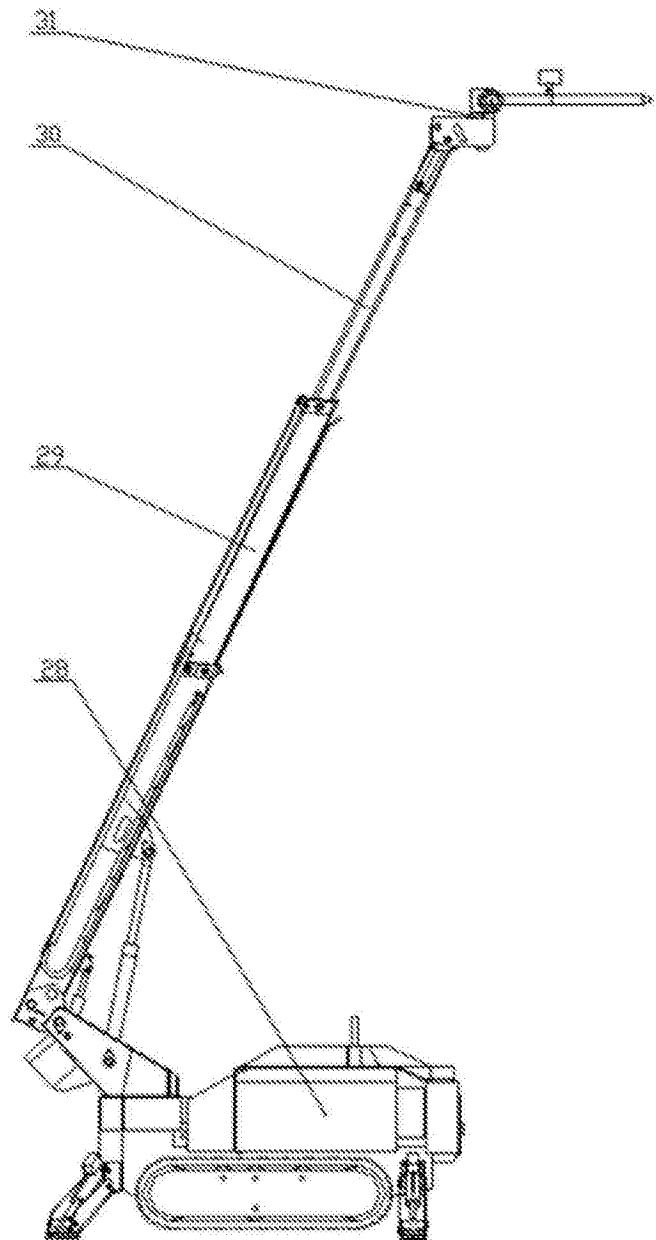


图3

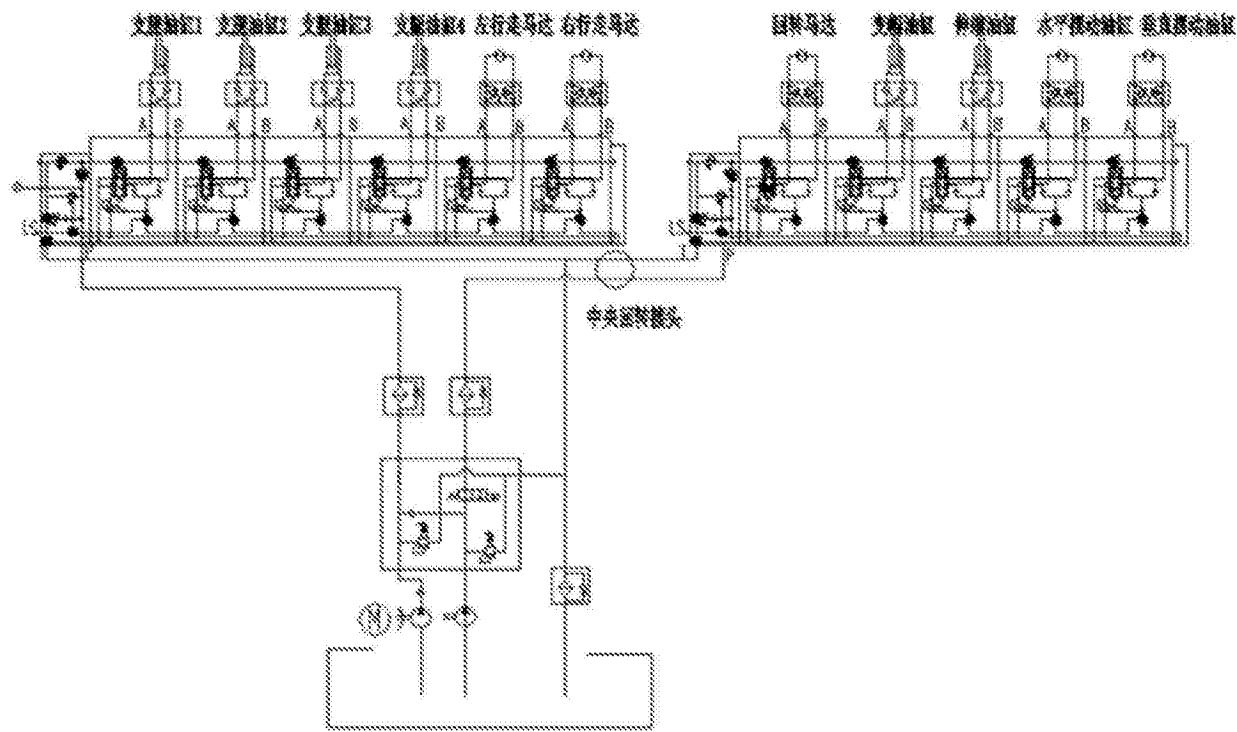


图4

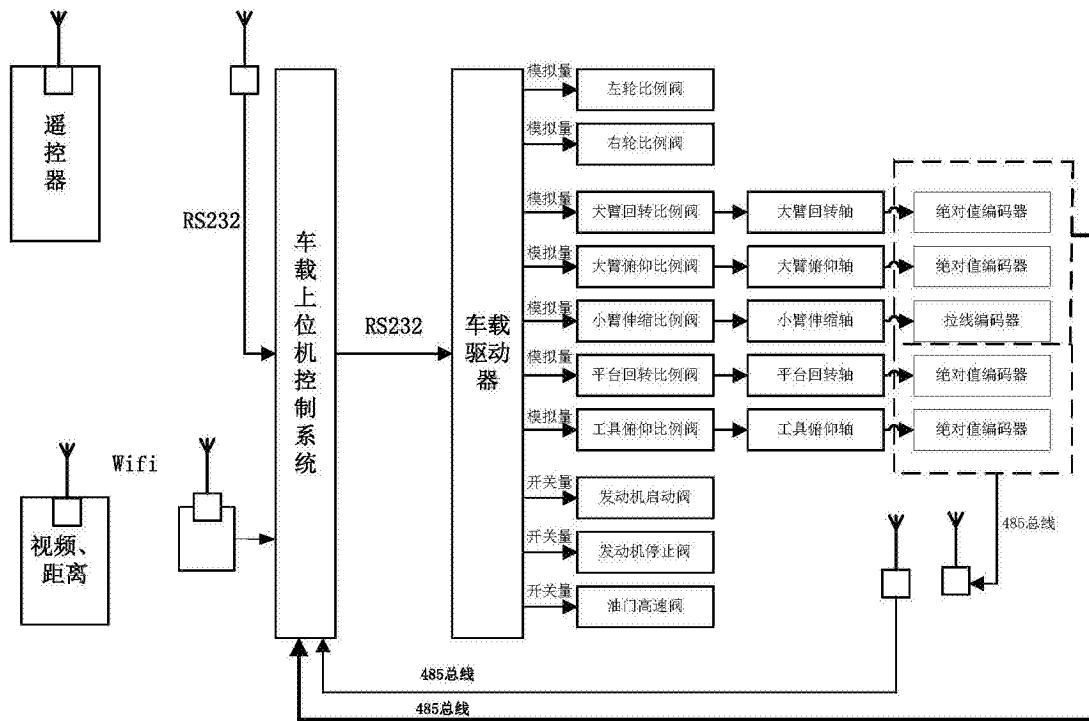


图5

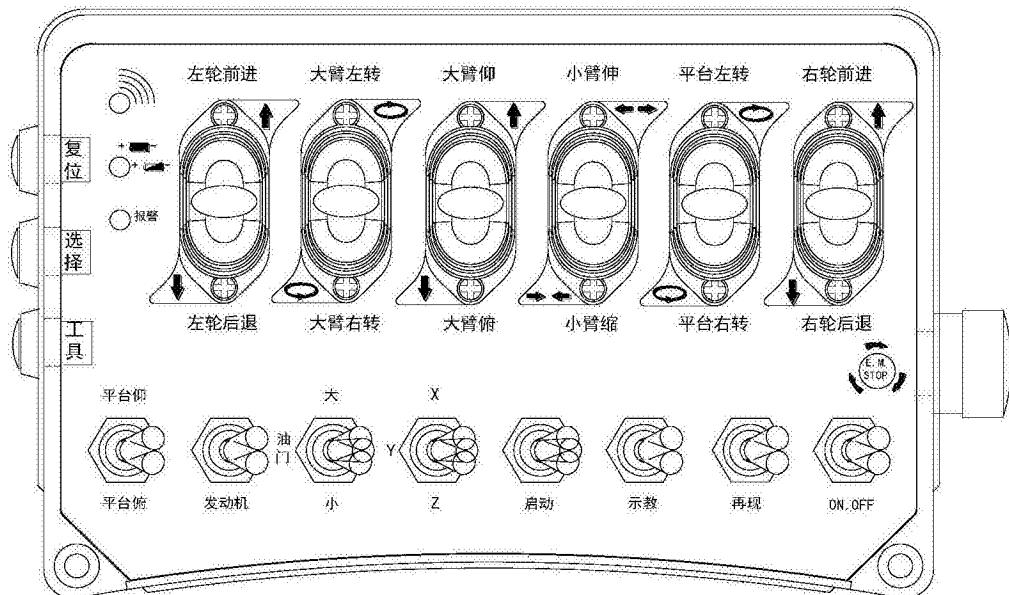


图6