



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105500362 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201510977347. 6

(22) 申请日 2015. 12. 23

(71) 申请人 莆田市云驰新能源汽车研究院有限公司

地址 351115 福建省莆田市涵江区江口镇涵庭路高新区科技大楼三楼

(72) 发明人 肖雅 刘心文 吴贵新 徐辉

(74) 专利代理机构 福州市景弘专利代理事务所 (普通合伙) 35219

代理人 林祥翔 黄以琳

(51) Int. Cl.

B25J 9/08(2006. 01)

B25J 18/00(2006. 01)

B62D 57/024(2006. 01)

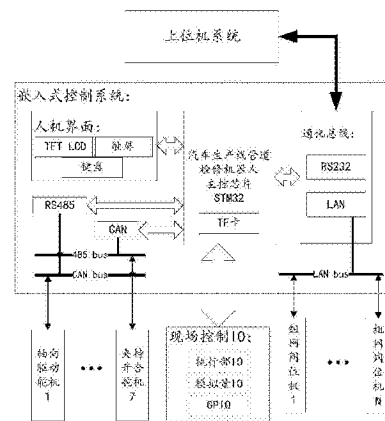
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

一种多关节全向式管外机器人控制系统

(57) 摘要

本发明公开了一种多关节全向式管外机器人控制系统,包括夹持力控制单元、整机运动状态控制单元和驱动舵机控制单元;夹持力控制单元包括安装于夹持开合机构的蜗杆轴上的力传感器,夹持力控制单元通过力传感器检测夹持机构的驱动钢丝绳的绕紧程度,整机运动状态控制单元包括9轴姿态传感器,用于输出驱动控制信号,使机器人完成翻转、轴向运行、周向运行、螺旋运行,并通过9轴姿态传感器采集机器人的运动状态信息,与机器人当前运动状态对应的标准状态信息比较,判断机器人当前运动是否正常,并控制机器人进行运动自适应调整。本发明多关节全向式管外机器人控制系统大大提高了多关节全向式管外机器人的运动稳定性和工作效率。



1. 一种多关节全向式管外机器人控制系统,其特征在于,所述机器人包括设备承载梁、前夹持机构、后夹持机构和夹持开合机构,前夹持机构通过前翻转关节铰接于设备承载梁的一端,后夹持机构通过后翻转关节铰接于设备承载梁的另一端,所述前夹持机构或后夹持机构上设置有轴向驱动机构,设备承载梁上设置有周向驱动机构,所述夹持开合机构通过蜗轮传动结构和钢丝绳驱动前夹持机构和后夹持机构的各关节;

所述控制系统包括夹持力控制单元、整机运动状态控制单元、驱动舵机控制单元、无线传输单元和组网单元;

所述夹持力控制单元包括安装于夹持开合机构的蜗杆轴上的力传感器,夹持力控制单元用于通过所述力传感器检测前夹持机构和后夹持机构的驱动钢丝绳的绕紧程度,并与预设的最大夹持力以及预先标定的标准力值比较,判断机器人夹持机构的夹持力是否足够,以及对夹持开合机构输出进行调整,使前夹持机构和后夹持机构的夹持力在设定范围内;

所述整机运动状态控制单元包括9轴姿态传感器,整机运动状态控制单元用于输出驱动控制信号,使机器人完成翻转、轴向运行、周向运行、螺旋运行,以及通过所述9轴姿态传感器采集机器人的运动状态信息,并与机器人当前运动状态对应的标准状态信息比较,判断机器人当前运动是否正常,当机器人运动异常时,控制机器人进行运动自适应调整。

2. 根据权利要求1所述的多关节全向式管外机器人控制系统,其特征在于,整机运动状态控制单元通过所述9轴姿态传感器采集到的运动状态信息包括:轴向运动速度、周向运动速度、螺旋运动速度与方向、翻转方位和翻转速度。

3. 根据权利要求1所述的多关节全向式管外机器人控制系统,其特征在于,整机运动状态控制单元控制机器人进行轴向运动时的运动自适应调整包括:

整机运动状态控制单元获取机器人的当前运动速度,并根据9轴姿态传感器采集的信息判断机器人的当前空间姿态;

通过夹持力控制单元获取前夹持机构与后夹持机构的当前夹持力度;

对比机器人的当前运动速度与预设的机器人轴向标准运动速度,以及对比当前夹持力度与预设的轴向运动的标准夹持力度;

若当前运动速度低于轴向标准运动速度,且当前夹持力度与标准夹持力度在预设的误差范围内,则增大前夹持机构与后夹持机构的夹持力度;

若当前运动速度高于轴向标准运动速度,且当前夹持力度与标准夹持力度在预设的误差范围内,则减小前夹持机构与后夹持机构的夹持力度。

4. 根据权利要求1所述的多关节全向式管外机器人控制系统,其特征在于,整机运动状态控制单元控制机器人进行翻转时的运动自适应调整包括:

增大前夹持机构或后夹持机构的夹持力度;

整机运动状态控制单元采集机器人的当前翻转速度和轴向运动速度;

比较当前翻转速度与预设的标准翻转速度;

若当前翻转速度大于标准翻转速度或轴向运动速度不为零,则再次增大前夹持机构或后夹持机构的夹持力度。

5. 根据权利要求1所述的多关节全向式管外机器人控制系统,其特征在于,

所述组网单元包括TCP/IP硬件通讯协议栈,用于两台以上机器人之间,以及机器人与上位机之间通讯,实现作业区域分配与协调;

所述无线传输单元包括RS232串行通讯总线和RS485串行通讯总线,所述RS232串行通讯总线用于机器人与上位机之间信号传输,RS485串行通讯总线用于机器人主控单元与各驱动舵机之间信号传输。

6.根据权利要求1所述的多关节全向式管外机器人控制系统,其特征在于,所述设备承载梁为长度可变式伸缩梁,所述整机运动状态控制单元还包括雷达测距机构;

整机运动状态控制单元在控制机器人翻转时,先通过所述雷达测距机构检测障碍物距离与方位或待翻跃的两个管道的距离与方位;

整机运动状态控制单元根据所述障碍物距离或两个管道的距离调整长度可变式伸缩梁的长度,以及根据障碍物方位或两个管道的方位确定机器人的翻转角度。

## 一种多关节全向式管外机器人控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及机器人控制领域,特别是涉及一种多关节全向式管外机器人控制系统。

### 背景技术

[0002] 随着国际工业生产技术的不断发展与进步,机器人已越来越多的被应用于工业生产过程中,其中一类机器人就是管外机器人。管外机器人是用于检查管道是否有故障或是否存在安全隐患。现有工业用管道的特点是管径多变,转向复杂,具有三通、四通等管接头设计,法兰、阀门或检测仪表在管道各处布置,且管道由各类吊装或地面支持架支撑。运行在此类管道外的检测或维修的机器人首先要具备随管道前进或转向的功能,也要具备翻越各类管道外障碍物的功能,同时,为了提高管道检测与维修的效率,管外机器人还应该具有一定速度的运动能力。

[0003] 中国发明专利申请公布号为CN 104972460 A,公开了一种多关节全向式管外机器人,该机器人包括用于承载检测设备的承载梁、多关节前夹持机构、多关节后夹持机构、前翻转关节、后翻转关节、夹持开合机构、轴向驱动机构和周向驱动机构。该机器人在理论上可实现全向轮式运动和翻转越障运动,全向轮式运动包括轴向移动、周向移动和360螺旋运动。

[0004] 上述机器人是在光滑的管道上运行工作,并且管道的外径、分布以及光滑程度差异大,上述机器人在管道外运动时易出现驱动轮打滑、夹持机构夹持不稳、翻转越障不到位等现象,不仅影响机器人工作效率和检测精度,且易出现机器人摔毁现象。

### 发明内容

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供一种多关节全向式管外机器人控制系统,用于提高多关节全向式管外机器人的运动稳定性。

[0006] 本发明是这样实现的:

[0007] 一种多关节全向式管外机器人控制系统,所述机器人包括设备承载梁、前夹持机构、后夹持机构和夹持开合机构,前夹持机构通过前翻转关节铰接于设备承载梁的一端,后夹持机构通过后翻转关节铰接于设备承载梁的另一端,所述前夹持机构或后夹持机构上设置有轴向驱动机构,设备承载梁上设置有周向驱动机构,所述夹持开合机构通过蜗轮传动结构和钢丝绳驱动前夹持机构和后夹持机构的各关节;

[0008] 所述控制系统包括夹持力控制单元、整机运动状态控制单元、驱动舵机控制单元、无线传输单元和组网单元;

[0009] 所述夹持力控制单元包括安装于夹持开合机构的蜗杆轴上的力传感器,夹持力控制单元用于通过所述力传感器检测前夹持机构和后夹持机构的驱动钢丝绳的张紧程度,并与预设的最大夹持力以及预先标定的标准力值比较,判断机器人夹持机构的夹持力是否足够,以及对夹持开合机构输出进行调整,使前夹持机构和后夹持机构的夹持力在设定范围

内；

[0010] 所述整机运动状态控制单元包括9轴姿态传感器,整机运动状态控制单元用于输出驱动控制信号,使机器人完成翻转、轴向运行、周向运行、螺旋运行,以及通过所述9轴姿态传感器采集机器人的运动状态信息,并与机器人当前运动状态对应的标准状态信息比较,判断机器人当前运动是否正常,当机器人运动异常时,控制机器人进行运动自适应调整。

[0011] 进一步的,整机运动状态控制单元通过所述9轴姿态传感器采集到的运动状态信息包括:轴向运动速度、周向运动速度、螺旋运动速度与方向、翻转方位和翻转速度。

[0012] 进一步的,整机运动状态控制单元控制机器人进行轴向运动时的运动自适应调整包括:

[0013] 整机运动状态控制单元获取机器人的当前运动速度,并根据9轴姿态传感器采集的信息判断机器人的当前空间姿态;

[0014] 通过夹持力控制单元获取前夹持机构与后夹持机构的当前夹持力度;

[0015] 对比机器人的当前运动速度与预设的机器人轴向标准运动速度,以及对比当前夹持力度与预设的轴向运动的标准夹持力度;

[0016] 若当前运动速度低于轴向标准运动速度,且当前夹持力度与标准夹持力度在预设的误差范围内,则增大前夹持机构与后夹持机构的夹持力度;

[0017] 若当前运动速度高于轴向标准运动速度,且当前夹持力度与标准夹持力度在预设的误差范围内,则减小前夹持机构与后夹持机构的夹持力度。

[0018] 进一步的,整机运动状态控制单元控制机器人进行翻转时的运动自适应调整包括:

[0019] 增大前夹持机构或后夹持机构的夹持力度;

[0020] 整机运动状态控制单元采集机器人的当前翻转速度和轴向运动速度;

[0021] 比较当前翻转速度与预设的标准翻转速度;

[0022] 若当前翻转速度大于标准翻转速度或轴向运动速度不为零,则再次增大前夹持机构或后夹持机构的夹持力度。

[0023] 进一步的,所述组网单元包括TCP/IP硬件通讯协议栈,用于两台以上机器人之间,以及机器人与上位机之间通讯,实现作业区域分配与协调;

[0024] 所述无线传输单元包括RS232串行通讯总线和RS485串行通讯总线,所述RS232串行通讯总线用于机器人与上位机之间信号传输,RS485串行通讯总线用于机器人主控单元与各驱动舵机之间信号传输。

[0025] 进一步的,所述设备承载梁为长度可变式伸缩梁,所述整机运动状态控制单元还包括雷达测距机构;

[0026] 整机运动状态控制单元在控制机器人翻转时,先通过所述雷达测距机构检测障碍物距离与方位或待翻跃的两个管道的距离与方位;

[0027] 整机运动状态控制单元根据所述障碍物距离或两个管道的距离调整长度可变式伸缩梁的长度,以及根据障碍物方位或两个管道的方位确定机器人的翻转角度。

[0028] 本发明的有益效果为:本发明多关节全向式管外机器人控制系统包括夹持力控制单元、整机运动状态控制单元、驱动舵机控制单元、无线传输单元和组网单元,可实现机器

人之间组网协调,实现作业区域合理分配与协调,避免重复作业以提高作业效率,所述夹持力控制单元和整机运动状态控制单元可实时检测机器人夹持力度,以及机器人在做各样运动时的运动状态信息,并结合机器人各运动状态判断机器人运动是否异常,并在运动异常及时进行调整,从而大大提高了机器人运动的稳定性。

### 附图说明

[0029] 图1为多关节全向式管外机器人在管道上某时刻的运行状态图;

[0030] 图2为本发明机器人在管道上翻转时的状态图;

[0031] 图3为机器人夹持开合机构结构示意图;

[0032] 图4为机器人夹持机构结构示意图;

[0033] 图5为机器人硬件控制系统层级架构图;

[0034] 图6为机器人控制系统硬件框图;

[0035] 图7为机器人各类运动的控制策略图;

[0036] 图8为机器人控制系统的控制单元框图。

[0037] 标号说明:

[0038] 1、设备承载梁;2、前翻转关节;3、后翻转关节;

[0039] 4、轴向驱动机构;5、周向驱动机构;6、前夹持机构;

[0040] 7、后夹持机构;8、夹持开合机构,10、小管径管道;

[0041] 11、大管径管道;14、夹持开合舵机;18、主机架;

[0042] 19、左向活动机架;20、右向活动机架;27、夹持开合舵机舵盘;

[0043] 28、蜗轮轴轴承座;29、钢丝绳绕线盘;30、蜗杆;31、蜗轮;

[0044] 32、蜗轮轴;33、线盘套筒;34、蜗轮套筒;35、钢丝绳;

[0045] 36、滑轮;39、夹持机构末节机架。

### 具体实施方式

[0046] 为详细说明本发明的技术内容、构造特征、所实现目的及效果,以下结合实施方式并配合附图详予说明。

[0047] 本发明实施方式公开了一种多关节全向式管外机器人控制系统。请参阅图1以及图2,该多关节全向式管外机器人主要用于汽车生产线管道检修,包括设备承载梁、前夹持机构、后夹持机构和夹持开合机构,所述设备承载梁用于安装检修设备如摄像机、X射线仪、超声波探伤仪等等,前夹持机构通过前翻转关节铰接于设备承载梁的一端,后夹持机构通过后翻转关节铰接于设备承载梁的另一端,所述前夹持机构或后夹持机构上设置有轴向驱动机构,设备承载梁上设置有周向驱动机构,所述夹持开合机构通过蜗轮传动结构和钢丝绳驱动前夹持机构和后夹持机构的各关节。

[0048] 请参阅图3和图4,图3为机器人夹持开合机构驱动单元结构示意图,图4为机器人夹持开合机构结构示意图。夹持开合机构8包括夹持开合舵机14,蜗杆30,蜗轮31,蜗轮轴32,钢丝绳绕线盘29,钢丝绳35和滑轮36。夹持开合舵机14通过夹持开合舵机舵盘27带动蜗杆30转动,蜗轮31和钢丝绳绕线盘29都安装在蜗轮轴32上,蜗杆30与蜗轮31一起形成具有自锁功能的蜗轮蜗杆传动副,蜗杆30的转动带动蜗轮31转动,进而通过蜗轮轴32的转动带

动钢丝绳绕线盘29转动,钢丝绳35分别绕过安装在左向活动机架19、右向活动机架20、夹持机构各节机架上的滑轮36,最终固结在夹持机构第3节机架39末端;钢丝绳绕线盘29的转动可实现钢丝绳35的收短与放长,进而实现前夹持机构6和后夹持机构7的闭合与张开。

[0049] 该机器人首先可实现在管道上的轴向轮式运动,周向360°轮式运动,绕管道螺旋式运动,在管道上的翻转运动,通过三通四通五通等管道接口、管道外壁支撑结构、法兰盘、仪表等障碍物的180°翻转运动,在相邻管道之间的跨越运动。轴向驱动机构4用于实现机器人的轴向运动,轴向驱动电机带动机器人夹持机构上的主动轮;周向驱动机构5用于实现机器人的周向运动,周向驱动电机带动机器人周向主动轮,输出周向运动。轴向运动与周向运动相耦合可实现机器人绕管道螺旋式运动。夹持开合机构8通过夹持开合电机驱动,采用欠驱动控制方式,利用钢丝绳牵引实现机器人多关节夹持机构的开合。

[0050] 请参阅图5和图6,本一种多关节全向式管外机器人控制系统包括上位机和两个以上机器人,其中,每个机器人采用嵌入式控制系统,嵌入式控制系统在单机运作时可以独立工作,当多机协同工作时,通过上位机系统进行调度和统一控制。

[0051] 在本实施方式中,该机器人的翻转关节驱动单元、轴向和轴向驱动单元优选使用Dynamixel MX106R舵机;夹持开合驱动单元优选使用Dynamixel MX64R。该舵机的特点在于伺服驱动部分已经在舵机中集成,伺服驱动的指令通过RS485多点分支总线以专有格式的数据包形式进行读写。所以在硬件上,控制系统主要实现电源管理、安全防护、运动控制、指令存取、人机界面、和接口通讯功能。软件方面,控制系统需要实现与各个功能相对应的底层硬件驱动程序,通过适当的操作系统进行系统资源调度和具体功能实现。

[0052] 机器人的主控芯片优选为意法半导体公司的ARM STM32芯片,基于主控芯片所设计的控制系统硬件架构将实现机器人的轴向运动、轴向运动、前后关节翻转运动、前后夹持机构开合运动共7个伺服舵机驱动信号输出、人机交互指令接收、传感器信号接收、智能运动速度控制等功能。

[0053] 其中,主控芯片ARM STM32芯片与翻转关节驱动单元、轴向和轴向驱动单元的驱动舵机通讯采用RS485异步串行总线接口,机器人与上位的通讯采用RS232穿行通讯接口,机器人之间的组网通讯采用LAN以太网接口。

[0054] STM32具有3个可同时使用的UART外设单元。通过MAX3232和MAX3485进行电平转换后直接进行RS232和RS485通信。所以为了实现以太网通信,需要额外的TCP/IP硬件协议栈,本控制系统选用了通过SPI总线驱动的以太网控制器ENC28J60。通过简单的外围电路设计和具有脉冲变压器的HR911105A网线插头就可以直接工作。其他的数字量、模拟量控现场I/O由STM32 I/O口直接驱动。

[0055] 机器人的电源主要负责保障管外机器人和控制系统的电源供应,由于汽车生产线管道检修机器人使用的MX106R舵机与MX64R使用的是12V直流供电方案,控制系统使用的5V和3.3V电源为了满足机器人的多种电压需求,本实施方式中,5V和3.3V电源可以通过12V电源使用线性稳压原件获得。

[0056] 本发明所设计的汽车生产线管道检修机器人硬件控制系统将安全防护与电源管理进行了整合设计,通过独立的双路开关和串联的急停开关实现机器人的手动急停功能,保证了机器人在汽车生产线工作过程中遇到紧急情况或遇到可能对机器人产生损害的突发事件时,能够保护机器人不受意外损坏。

[0057] 本发明所涉及的机器人控制系统需要实现机器人在汽车生产线的各类管道上轴向运行、周向运行、夹持翻转通过管道法兰盘、管道三通、相邻管道翻越等功能,确保机器人能够顺畅自如的在管道中运行,于此同时机器人搭载的检测维修设备可以对汽车生产线管道进行在线检测或维修。

[0058] 请参阅图7,所示为本发明涉及的汽车生产线管道检修机器人的控制策略:

[0059] 控制系统根据输入信号,设定机器人的运动类型,分为全向轮式运动和翻转式运动两种运动状况。

[0060] 1、全向轮式运动状态,根据输入信号,控制系统决定机器人运动类型,分别经I/O口输出PWM信号,驱动轴向舵机、周向舵机或者同时驱动轴向和周向舵机,进而带动轴向主动轮、周向主动轮或者同时驱动轴向周向主动轮,使得机器人实现在管道上轴向快速运动,周向360°运动,以及螺旋式前进或后退运动。当运动到合适位置后,控制系统停止输出舵机驱动信号,完成该阶段运动。

[0061] 2、翻转式运动状态,根据输入信号,控制系统决定机器人运动类型,分别经I/O口输出PWM信号,依次驱动夹持开合舵机、翻转舵机,进而带动夹持机构和翻转关节,使机器人实现夹持机构松开管道、关节翻转、夹持机构抓紧管道、另一个夹持机构松开管道、另一个翻转关节翻转、夹持机构再抓紧管道的翻转障碍或者相邻管道间跨越等动作。

[0062] 为防止机器人在管道外运动时出现驱动轮打滑、夹持机构夹持不稳、翻转越障不到位等现象的发生,确保机器人能够顺畅自如的在管道中运行,请参阅图8,本实施方式还提供了多关节全向式管外机器人的控制系统。该控制系统包括夹持力控制单元、整机运动状态控制单元、驱动舵机控制单元、无线传输单元和组网单元。

[0063] 其中组网单元,主要功能为多机器人组网通信功能,实现机器人在作业中对作业区域合理规划,避免重复作业以提高作业效率,该功能的实现需要在上位机控制系统中并入全局地图图像拍摄与虚拟地图绘制系统。

[0064] 无线传输单元,主要功能是实现机器人与上位机之间控制信号、运动状态监测信号以及非常重要的搭载的有效载荷(摄像机、X射线仪、超声波探伤仪等等)数据的传输。

[0065] 驱动舵机运动控制单元包括了舵机本体运动控制单元与主控芯片运动轨迹规划单元、运动策略选择单元。主要功能为控制机器人各主动驱动单元的按照既定指令正常工作,包括夹持机构开合、翻转关节翻转、轴向主动轮与周向主动轮的运行等。

[0066] 本发明设计的控制系统中,夹持力传感控制单元与整机运动状态控制单元将对机器人的运动效果、汽车生产线管道检修效率的提高具有重要作用。

[0067] 请参阅图6和图7,夹持力传感检测单元通过安装在夹持开合机构8中蜗杆轴上的力传感器检测夹持机构的钢丝绳的绕紧程度,力传感器反馈信号给主控制芯片,控制系统获得该夹持机构(前夹持或后夹持)的夹持力大小,根据离线标定的标准力值与提前设定的最大夹持力(保证机器人不会损坏),首先判断机器人夹持机构的夹持力是否在允许范围内,并得出与标准力值的偏差范围。

[0068] 整机运动状态控制单元,一方面根据既定控制策略,给出驱动控制信号使得机器人完成各指定动作:翻转、轴向运行、周向运行、螺旋运行等。另一方面,该控制单元通过安装在机器人机体上的9轴姿态传感器,实时传感检测机器人当前运动状态,通过姿态传感器采集机器人的轴向运动速度、周向运动速度、螺旋运动速度与方向、翻转方位与翻转速度



等,根据与标定的系统预定输出值进行比较,例如预定轴向运动速度、预定周向运动速度、预定翻转速度,判断机器人是否正常工作,控制系统得到运动状态反馈信号后,需要对机器人运动状态进行自适应微调,具体方式如下:

[0069] 机器人在汽车生产线管道上在线检测时,由于管道的复杂性、机器人的灵活性导致机器人在空间姿态是不断变化的,由于汽车生产线管道种类不同,管道表面涂料各不相同,而不同的表面涂料带来了不同的接触摩擦力,将导致机器人运动状态实时改变,需要机器人控制系统实时对机器人运动状态进行检测与微调控制。

[0070] 以轴向运动的实时闭环控制为例,整机运动状态控制单元得到轴向运动速度,同时根据姿态传感器中陀螺仪信号,判断机器人当前空间姿态(竖直状态、水平状态、非竖直非水平状态),不同的空间姿态导致机器人所受重力不同,将影响夹持机构上的全向轮与管道外壁的接触摩擦力,进而影响机器人轴向运动的平稳性。

[0071] 若机器人轴向运动速度低于预定速度,夹持力传感检测单元检测出夹持力在标准力范围内,说明管道表面摩擦力较小具有打滑现象,需要通过增大夹持机构的夹持力提高摩擦力进而提高机器人运动速度,使得机器人能够按照预定速度进行轴向运动,保证管道检测的准确性。若机器人轴向运动速度高于预定速度,夹持力检测在标准力范围内,说明管道外壁摩擦力较大,需要降低夹持力,使得机器人获得合适的接触摩擦力,保持预定速度运行。

[0072] 同理完成周向运动、螺旋运动的实时反馈闭环控制。

[0073] 当机器人进行翻转运动时,夹持机构需要提高夹持力,此时,夹持力传感检测单元将控制机器人夹持力,并确保其不超出预设的上限值。整机运动状态控制单元采集机器人的当前翻转速度和轴向运动速度,而整机运动状态控制单元将根据检测的实际翻转速度是否与预定翻转速度相符进行反馈控制。若

[0074] 为了进一步提高机器人的越障能力,本发明还提供了另一实施方式,与以上实施方式不同之处在于,在该实施方式中,所述设备承载梁为长度可变式伸缩梁,所述整机运动状态控制单元还包括雷达测距机构。通过雷达测距机构可检测到机器人旁边的障碍物距离和方位,以及其他管道的距离与走向。

[0075] 其中,设备承载梁(即机器人的主躯干)的长度是可调整的,从而设置于设备承载梁两端的前夹持机构、后夹持机构之间的距离也随之调整。

[0076] 整机运动状态控制单元在控制机器人翻转时,先通过所述雷达测距机构检测障碍物距离与方位或待翻跃的两个管道的距离与方位;

[0077] 整机运动状态控制单元根据所述障碍物距离或两个管道的距离调整长度可变式伸缩梁的长度,以及根据障碍物方位或两个管道的方位确定机器人的翻转角度。从而可确保机器人能够翻跃过障碍物,和准确的跨跃到另一管道上。

[0078] 综上所述,夹持力传感控制单元、整机运动状态控制单元、驱动舵机运动控制单元将完成汽车生产线管道检修机器人的具体运动控制,无线传输单元与组网单元将完成信息的传输与多机器人协调工作任务。

[0079] 以上所述仅为本发明的实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

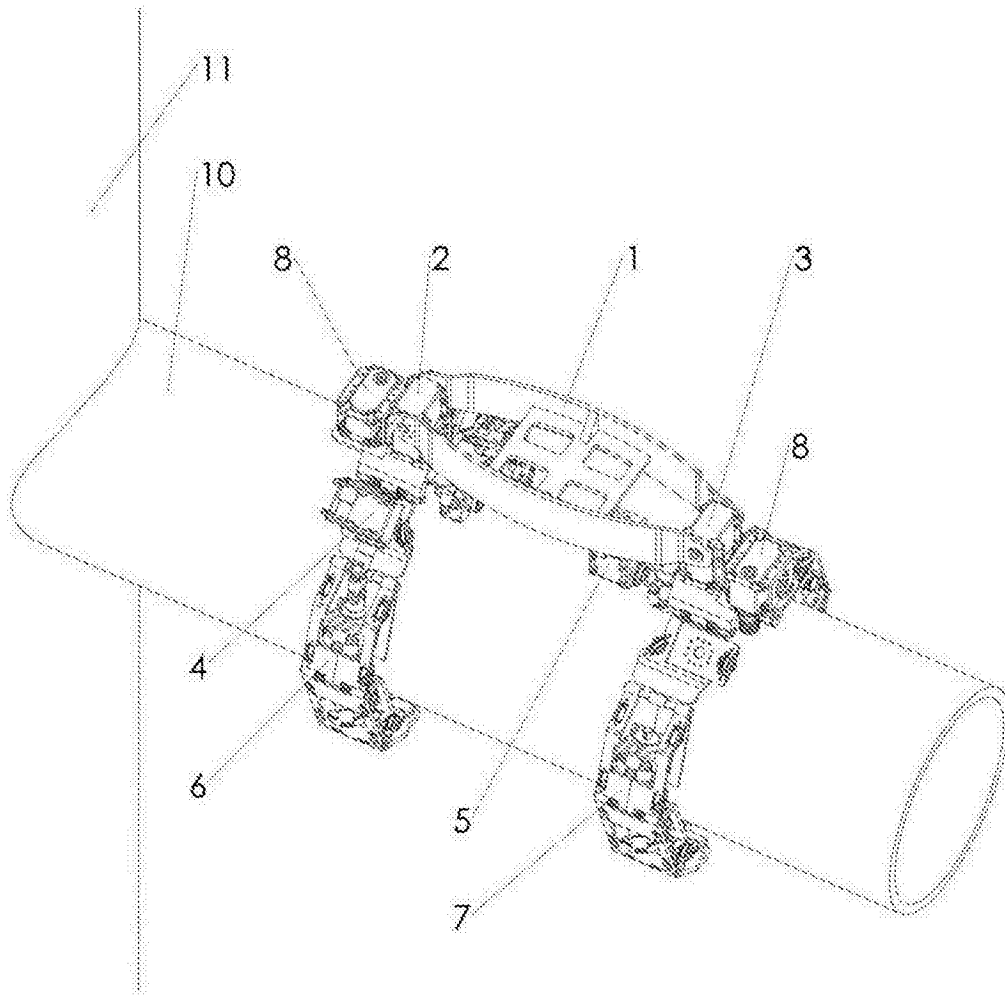


图1

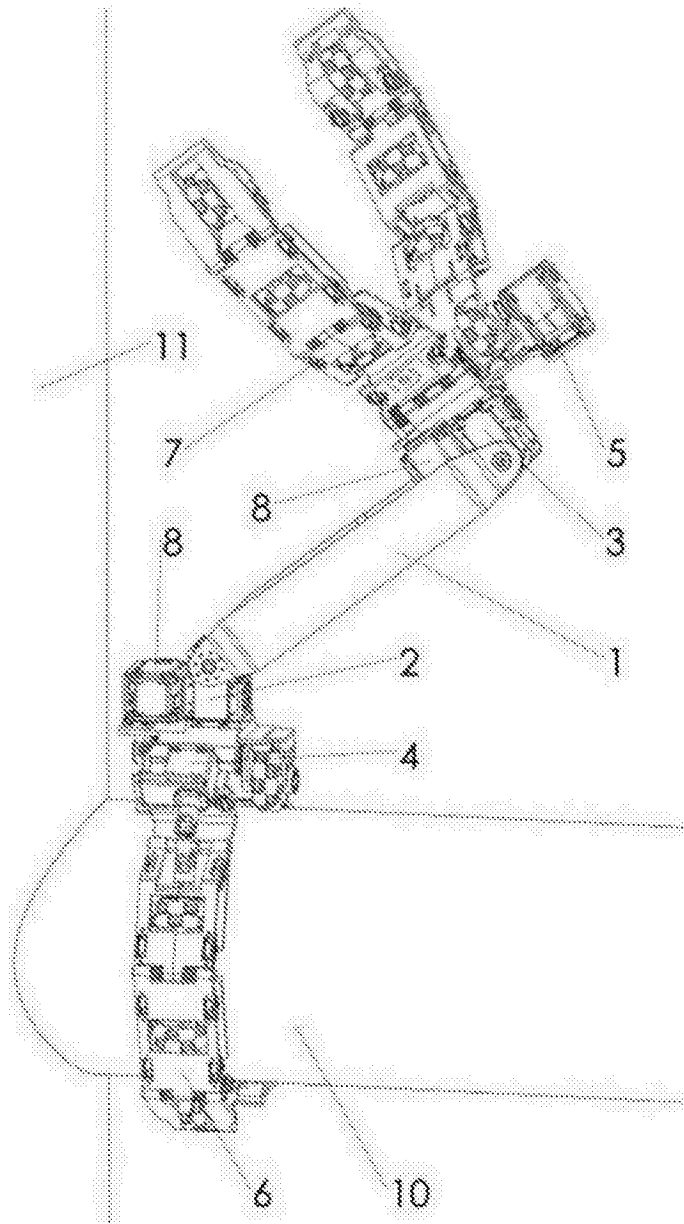


图2

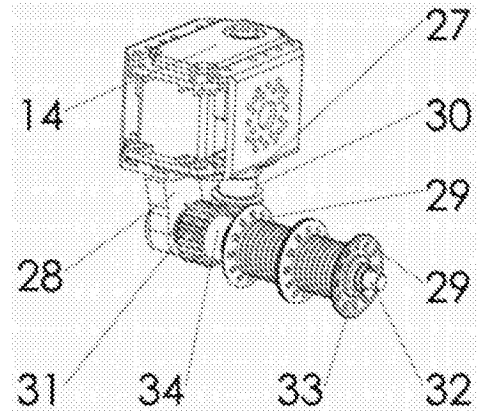


图3

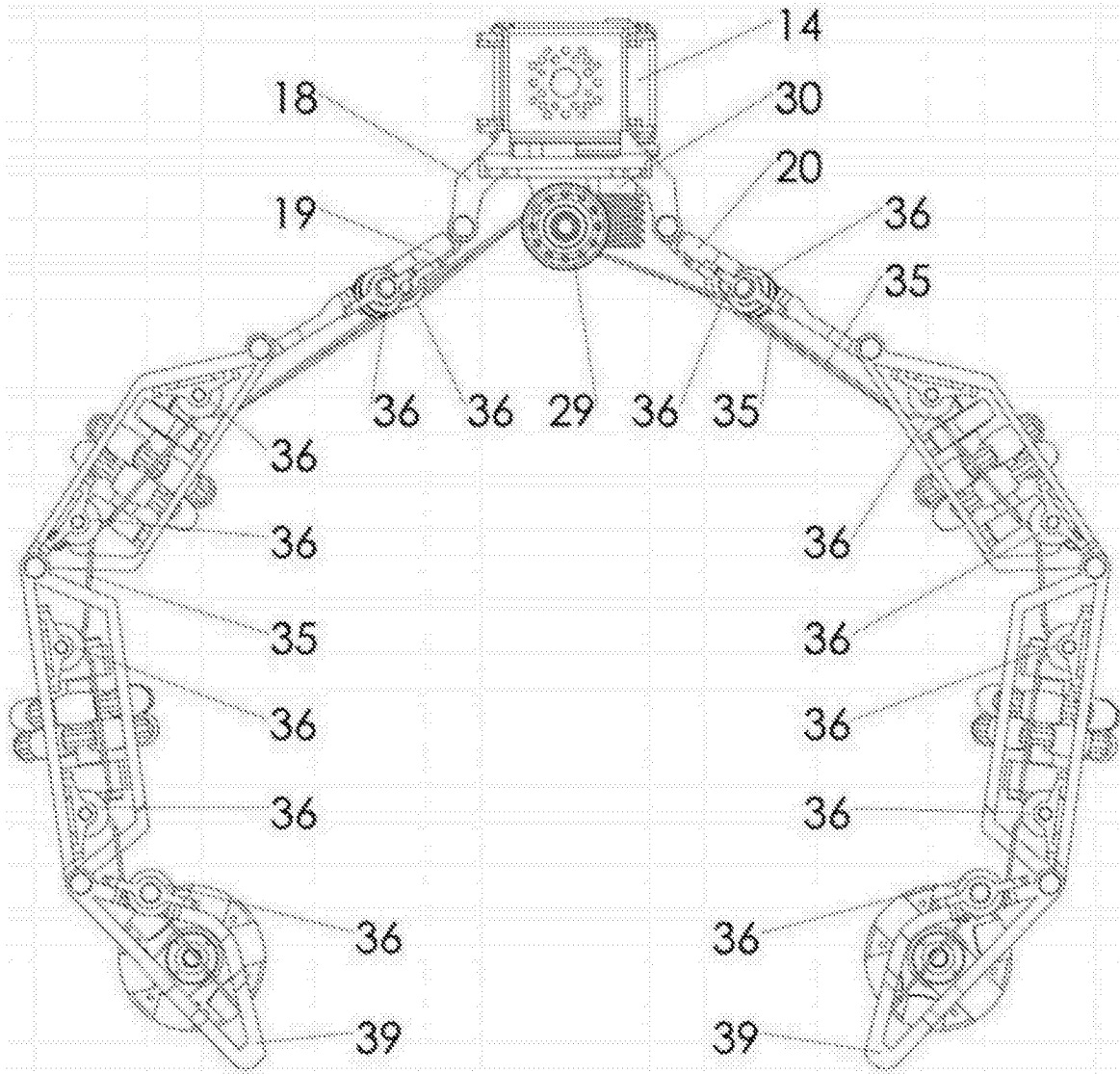


图4

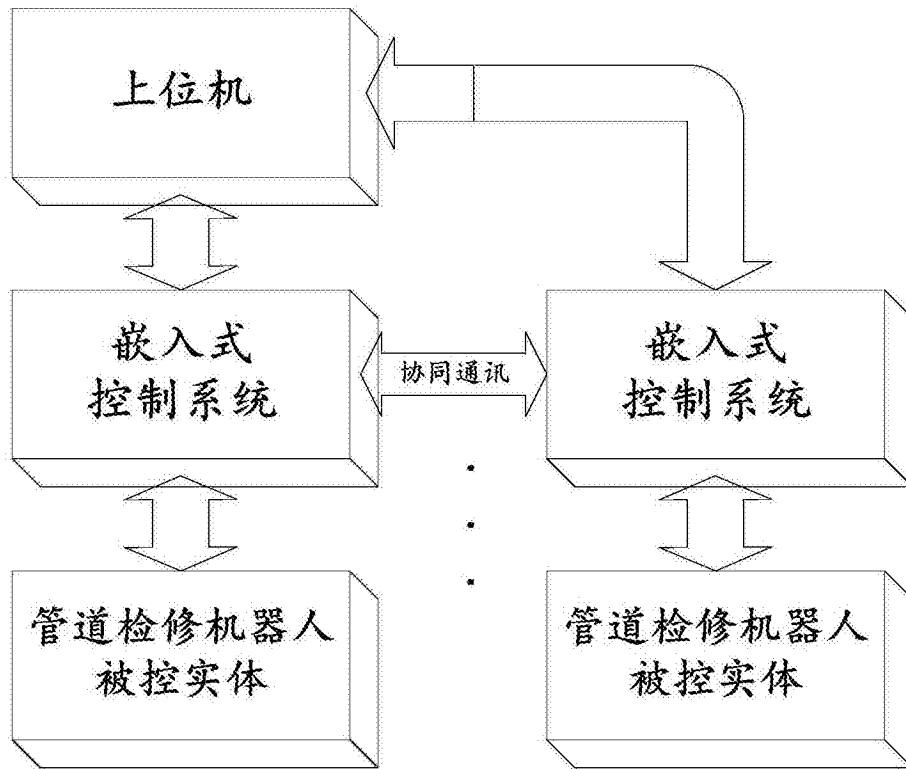


图5

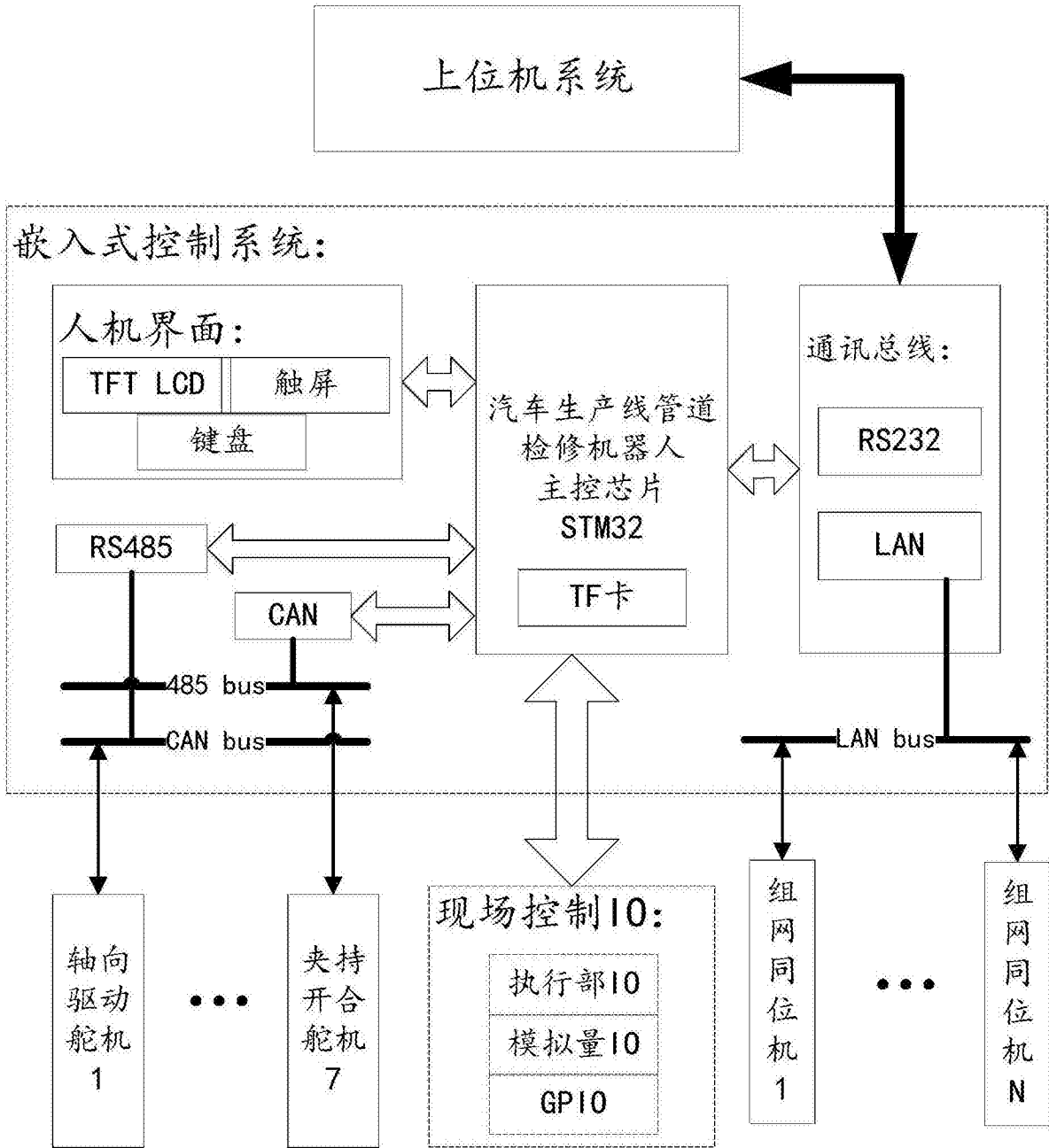


图6

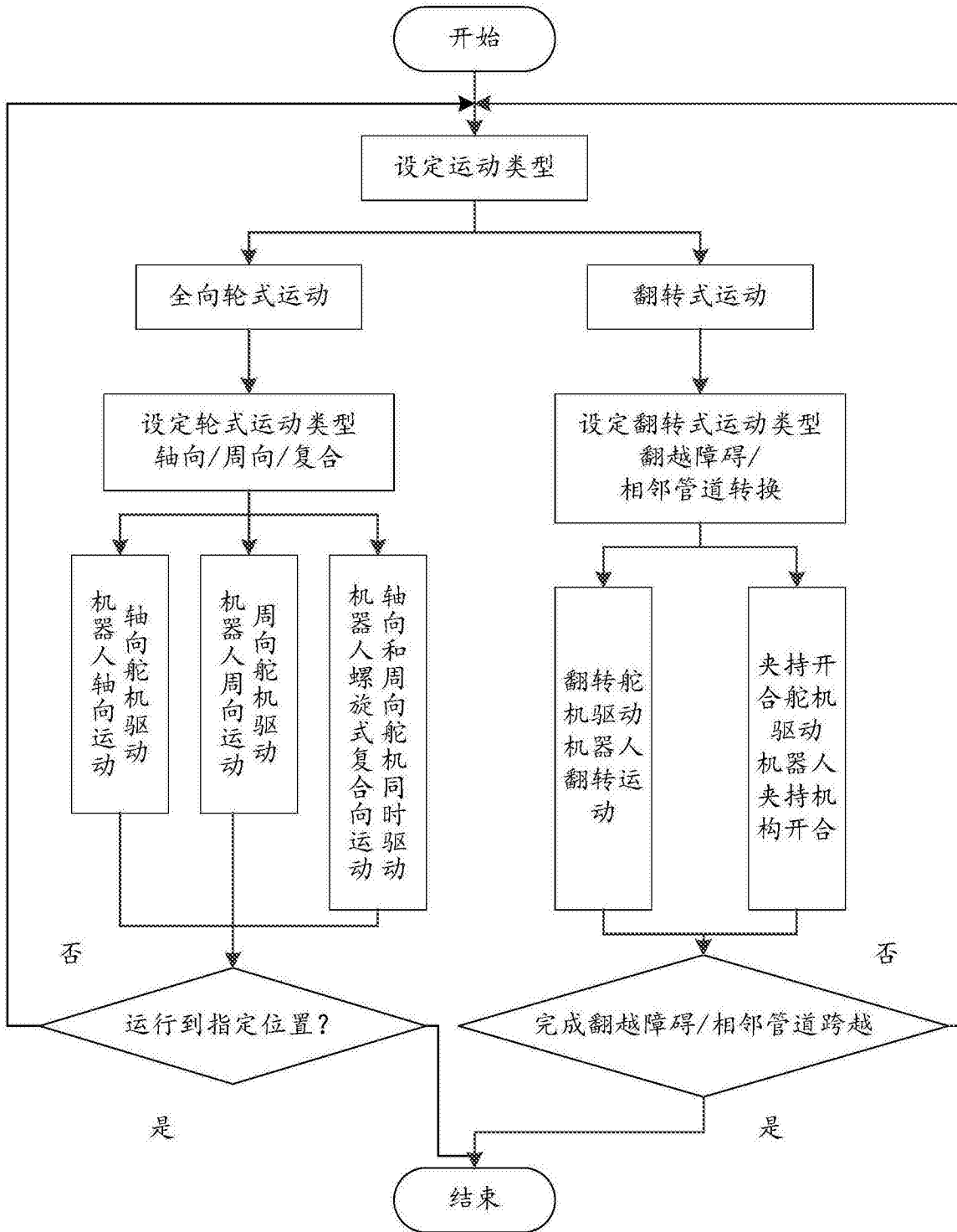


图7

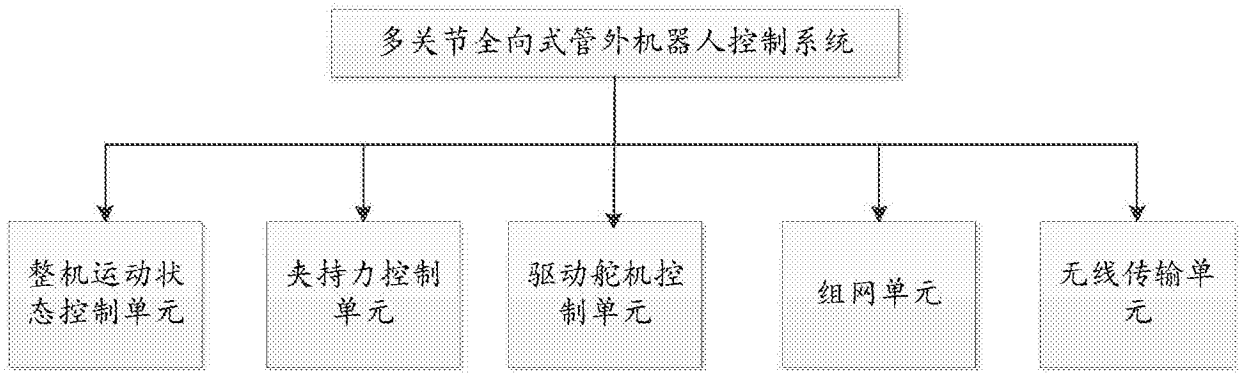


图8