(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105739579 B
(45)授权公告日 2017.11.10

(21)申请号 201610150349.2

(22)申请日 2016.03.16

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105739579 A

(43)申请公布日 2016.07.06

(73)专利权人 河南工业大学
地址 450001 河南省郑州市高新区莲花街100号

(72)发明人 张永宇 焦丽 张映霞 吴彦举 曹光宇 范鸿闯

(74)专利代理机构 郑州豫开专利代理事务所(普通合伙) 41131
代理人 朱俊峰

(51)Int.Cl.
G05D 27/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 103823202 A,2014.05.28,
CN 202841952 U,2013.04.03,
CN 203259876 U,2013.10.30,
JP 2004016182 A,2004.01.22,
US 2013239660 A1,2013.09.19,
CN 105022392 A,2015.11.04,
蒋林 等.平粮机器人结构设计及运动仿真.《农机化研究》.2015,(第12期),
高宁 等.粮仓环境检测智能巡检小车研制.《现代电子技术》.2010,(第1期),

审查员 殷铸灵

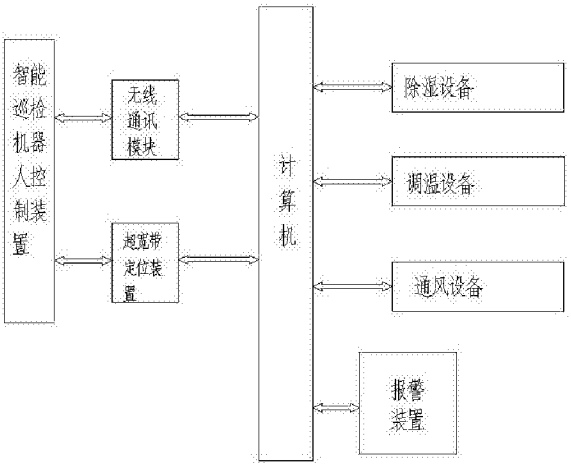
权利要求书3页 说明书10页 附图14页

(54)发明名称

一种基于移动机器人技术的粮库粮情智能检测监控系统

(57)摘要

一种基于移动机器人技术的粮库粮情智能检测监控系统，包括粮库智能巡检机器人、粮库智能巡检机器人控制装置、无线通讯模块、超宽带定位装置、环境调节设备、计算机和报警装置；粮库智能巡检机器人包括履带式行走系统、粮堆自动探测系统、粮堆粮面平整系统、电力供应系统、摄像监测系统、无线信号传输系统和控制系统；本发明能够在粮堆中自主移动、精准定位、粮堆温湿度实时检测及自动控制调节，可以实现实时动态全方位粮情监控和储粮环境全自动调节。



CN 105739579 B

1.一种基于移动机器人技术的粮库粮情智能检测监控系统，其特征在于：包括粮库智能巡检机器人、粮库智能巡检机器人控制装置、无线通讯模块、超宽带定位装置、环境调节设备、计算机和报警装置；

粮库智能巡检机器人包括履带式行走系统、粮堆自动探测系统、粮堆粮面平整系统、电力供应系统、摄像监测系统、无线信号传输系统和控制系统；

履带式行走系统包括长方形的底盘和位于底盘左右两侧的两条橡胶履带，底盘中心开设有圆孔，两条橡胶履带内均设有位于橡胶履带后端的驱动轮、位于橡胶履带前端的第一从动轮和位于橡胶履带中部并间隔设置的两个第二从动轮，底盘后端部两侧均设有一个底座，每个底座上均设有一个第一驱动电机，每个第一驱动电机的输出轴均通过第一联轴器与轴向设在一个驱动轮中心的轮轴传动连接；

粮堆自动探测系统包括固定连接在底盘上的呈长方体框架结构的钻架，钻架上表面水平设有安装板，安装板中心开设有通孔，安装板下表面中心垂直固定连接有伸缩节，伸缩节内设有钻进装置和传感检测装置，安装板上表面中部沿前后水平方向固定连接有两根固定杆，两根固定杆平行且间隔设置，固定杆的长度大于安装板的长度，两根固定杆后端部之间设有钢丝绳收放装置，两根固定杆前端部之间设有电缆收放装置；

粮堆粮面平整系统包括推粮板和用于翻转推粮板的第二驱动电机，粮堆粮面平整系统的动力机构采用若干根电动推杆组成多连杆机构驱动推粮板，可使推粮板进行倾斜、升降和折叠动作；

摄像监测系统包括固定连接在安装板上表面前侧边缘和后侧边缘的两个固定座，每个固定座上均设有CCD摄像机、红外摄像机和照明灯；

无线信号传输系统包括均设在安装板中部的发射机、接收机和天线；

控制系统包括设在钻架上的控制面板，控制面板上设有用于控制履带式行走系统、粮堆自动探测系统、粮堆粮面平整系统及电源启闭的控制按键；

粮库智能巡检机器人控制装置包括电池管理系统模块、电源模块、传感检测模块、数据采集模块、中央处理器、超宽带标签、同步器、超宽带阅读器、定位服务器、机器人驱动模块和超宽带定位模块；

中央处理器将数据采集模块采集到的粮堆表面不同的监测点位置和粮堆内的环境信息通过无线通讯模块实时上传到计算机；粮库智能巡检机器人控制装置包括超宽带定位模块，超宽带定位模块实时发射超宽带信号，超宽带定位装置接收到超宽带定位模块的脉冲信号后通过定位服务器测定粮库智能巡检机器人的实时位置并实时上传到计算机；

传感检测模块负责粮仓内仓库温度、相对湿度、粮仓内二氧化碳浓度的实时动态测量和监控，并通过中央处理器将其数据发给计算机，并执行粮库智能巡检机器人和计算机发出的指令；

环境调节设备包括除湿设备、调温设备和通风设备，计算机对相应的除湿设备、调温设备、通风设备进行控制，并通过报警装置进行警报，警报条件为：仓库温度大于30℃，相对湿度大于80％，二氧化碳浓度大于5％。

2.根据权利要求1所述的一种基于移动机器人技术的粮库粮情智能检测监控系统，其特征在于：电池管理系统模块用于动态监测动力电源模块的工作状态；

电源模块为传感检测模块、数据采集模块、中央处理器、超宽带阅读器、机器人驱动模

块和超宽带定位模块供电；

传感检测模块用于实时探测粮堆内部和粮仓外部环境的温度、湿度、二氧化碳浓度和图像信息，并将监控到的数据传输到计算机；

数据采集模块将传感检测模块采集到的模拟信号转换成数字信号，并通过无线通讯模块发送到计算机；

中央处理器用于处理接受电池管理系统传输的指令、电源模块的指令、传感检测模块的指令和数据采集模块的指令，中央处理器与无线通讯模块数据交换，并且中央处理器用于控制机器人驱动模块；

超宽带标签以7.5Ghz频率发射超宽带脉冲序列，超宽带阅读器接收超宽带脉冲序列并解析从而得到脉冲序列的到达时间戳及标签数据，超宽带阅读器得到的数据经同步器处理后传送给定位服务器，定位服务器发送信号给中央处理器，中央处理器做出相应指令；

机器人驱动模块用于驱动粮库智能巡检机器人行走以及转向；

超宽带定位模块实时发射超宽带信号超宽带定位装置接收到超宽带脉冲信号后通过定位服务器测定粮库智能巡检机器人的实时位置并实时上传到计算机。

3.根据权利要求1所述的一种基于移动机器人技术的粮库粮情智能检测监控系统，其特征在于：超宽带定位装置用于接收超宽带脉冲信号，并通过定位服务器测定粮库智能巡检机器人的实时位置并实时上传到计算机。

4.根据权利要求1所述的一种基于移动机器人技术的粮库粮情智能检测监控系统，其特征在于：无线通讯模块包括传感器模块、ADC模块和收发器。

5.根据权利要求1所述的一种基于移动机器人技术的粮库粮情智能检测监控系统，其特征在于：计算机包括系统初始化模块、数据处理模块、机器人控制模块、粮库控制设备模块、数据存储模块和系统数据库；

系统数据库包括系统备份模块和系统日志模块。

6.根据权利要求1所述的一种基于移动机器人技术的粮库粮情智能检测监控系统，其特征在于：伸缩节包括若干个外径不同的套筒，所有套筒均上下通透且具有同一中心线，任意相邻两个套筒中的较小外径套筒均插设在较大套筒内，位于最外层的套筒顶端固定连接在安装板的下表面中心，每个套筒上端内边缘和外边缘均设有定位凸缘，每个套筒下端的内边缘和外边缘均设有限位凸缘。

7.根据权利要求1所述的一种基于移动机器人技术的粮库粮情智能检测监控系统，其特征在于：钢丝绳收放装置包括钢丝绳、第一缠绕筒和第一导向辊，两根固定杆后端部之间转动连接有第一转轴，第一缠绕筒套设在第一转轴上，安装板后侧固定连接有第一安装架，第一安装架上沿左右水平方向设有第三驱动电机，第三驱动电机的输出轴朝右设置并传动连接有第一蜗轮减速机，第一蜗轮减速机的输出轴通过第二联轴器与第一转轴左端传动连接，第一导向辊转动连接在两根固定杆中部之间，钢丝绳一端穿过安装板中心的通孔与伸缩节连接，钢丝绳另一端通过第一导向辊与第一缠绕筒连接。

8.根据权利要求1所述的一种基于移动机器人技术的粮库粮情智能检测监控系统，其特征在于：电缆收放装置包括电缆、第二缠绕筒和第二导向辊，两根固定杆前端部之间转动连接有第二转轴，第二缠绕筒套设在第二转轴上，安装板前侧固定连接有第二安装架，第二安装架上沿左右水平方向设有第四驱动电机，第四驱动电机的输出轴朝右设置并传动连接

有第二蜗轮减速机，第二蜗轮减速机的输出轴通过第三联轴器与第二转轴左端传动连接，第二导向辊转动连接在两根固定杆中部之间，电缆一端穿过安装板中心的通孔与伸缩节内的传感检测装置及钻进装置连接，电缆另一端通过第二导向辊与第二缠绕筒连接。

9.根据权利要求1所述的一种基于移动机器人技术的粮库粮情智能检测监控系统，其特征在于：钻进装置包括第五驱动电机和锥形螺旋绞龙，最内层套筒的底端水平固定连接有第一隔离板并且中部水平固定连有第二隔离板，第五驱动电机垂直设在第一隔离板与第二隔离板之间，第五驱动电机的输出轴朝下并传动连接有第三蜗轮减速机，最内层的套筒内壁固定连接有位于第一隔离板上方的支撑板，第三蜗轮减速机固定连接在支撑板上，锥形螺旋绞龙的输入轴向上穿出第一隔离板中心并通过第四联轴器与第三蜗轮减速机的输出轴传动连接，第四联轴器固定连接在第一隔离板上表面，锥形螺旋绞龙与第一隔离板中心的连接处设有密封环。

10.根据权利要求1所述的一种基于移动机器人技术的粮库粮情智能检测监控系统，其特征在于：电力供应系统包括电缆收放架、收紧装置和第六驱动电机，电缆收放架固定连接在底盘后侧中部，电缆收放架之间转动连接有第三转轴，第三转轴上套设有第三缠绕筒，第三缠绕筒上缠绕有电缆；电力供应系统包括充电装置和固定连接在底盘后侧部的动力电池，动力电池后侧面上设有充电插头，充电装置前侧面上开设有充电接口，充电插头与充电接口插接配合。

一种基于移动机器人技术的粮库粮情智能检测监控系统

技术领域

[0001] 本发明属于粮食仓库自动化管理技术领域，具体涉及一种基于移动机器人技术的粮库粮情智能检测监控系统。

背景技术

[0002] 粮食是特殊的商品，我国是一个有众多人口的粮食消费大国，粮食安全关系到国民经济发展和社会稳定的重大战略问题。粮食储备也是为应付突发性事件、救灾备荒以及调节粮食市场而采取的有效措施，因此，粮食的安全储藏是保证粮食安全的重要环节。

[0003] 要保证粮食的安全储藏主要就是保证其处在正常的温度和湿度环境下，全面实时掌握粮食仓库内粮堆的温湿度变化情况，对出现的温湿度异常及时做出正确处理是保证粮食存储质量的关键。传统的人工测量温度和湿度的方法，存在着工作量大、效率低的问题，尤其是大型粮仓的检测不能得到及时且彻底的完成，从而会导致粮食霉变的发生。

[0004] 粮库粮情检测设备目前主要是取样器，也叫扦样，分层取样器主要用于散装粮堆，散装粮车的取样，一次插入多层取样。电动扦样器适用于平房仓、地下仓、深层粮食取样和投药及在储运，质检等过程中进行扦取样品，也可用于布设监测电缆，局部设点投放杀虫药剂等。全自动粮食取样器专门用于车载包装粮食，散装粮食，车载粮食检验检测。然而，我国大部份的粮库管理还是以人工为主的粗放型管理，采用扦样取粮主要是依赖人力，劳动强度大，尤其对于大型粮库则取样困难。电动扦样器虽然可以用于大型粮库，同样需耗费大量人力，而且对多次取样点的粮食进行分析方可获得信息，粮库的管理效率低下。

[0005] 粮食仓库检测技术是通过传感器来采集粮仓的温度、湿度值，通过微处理器进行处理并输出适当的控制信号控制继电器、驱动相关设备来实现仓库自动通风，在一定程度上解决了传统人力效率低的问题，但自控粮仓监控系统需要在粮仓中布置大量传感节点，系统的可靠性取决于传感节点的数量以及传感节点的性能。粮仓规模越大，所需要的传感节点也就越多，由于粮仓的特殊环境，传感节点铺设存在监控死角，并且传感节点维护难度高，从而影响了自控粮仓监控系统的可靠性。

[0006] 我国现阶段使用的粮情测控系统功能单一，只能测定温度和空间湿度，缺少对粮食水分、害虫、霉菌、气体成分等多项影响储粮安全因素的监测。各个系统互不兼容，耐熏蒸腐蚀和抗雷击性能差，系统对粮情控制的功能还不完善。

发明内容

[0007] 本发明为了解决现有技术中的不足之处，提供一种智能化、精确定位、准确实时检测及自动控制调节粮库粮仓环境的基于移动机器人技术的粮库粮情智能检测监控系统。

[0008] 为解决上述技术问题，本发明采用如下技术方案：一种基于移动机器人技术的粮库粮情智能检测监控系统，包括粮库智能巡检机器人、粮库智能巡检机器人控制装置、无线通讯模块、超宽带定位装置、环境调节设备、计算机和报警装置；

[0009] 粮库智能巡检机器人包括履带式行走系统、粮堆自动探测系统、粮堆粮面平整系

统、电力供应系统、摄像监测系统、无线信号传输系统和控制系统；

[0010] 履带式行走系统包括长方形的底盘和位于底盘左右两侧的两条橡胶履带，底盘中心开设有圆孔，两条橡胶履带内均设有位于橡胶履带后端的驱动轮、位于橡胶履带前端的第一从动轮和位于橡胶履带中部并间隔设置的两个第二从动轮，底盘后端部两侧均设有一个底座，每个底座上均设有一个第一驱动电机，每个第一驱动电机的输出轴均通过第一联轴器与轴向设在一个驱动轮中心的轮轴传动连接；

[0011] 粮堆自动探测系统包括固定连接在底盘上的呈长方体框架结构的钻架，钻架上表面水平设有安装板，安装板中心开设有通孔，安装板下表面中心垂直固定连接有伸缩节，伸缩节内设有钻进装置和传感检测装置，安装板上表面中部沿前后水平方向固定连接有两根固定杆，两根固定杆平行且间隔设置，固定杆的长度大于安装板的长度，两根固定杆后端部之间设有钢丝绳收放装置，两根固定杆前端部之间设有电缆收放装置；

[0012] 粮堆粮面平整系统包括推粮板和用于翻转推粮板的第二驱动电机，粮堆粮面平整系统的动力机构采用若干根电动推杆组成多连杆机构驱动推粮板，可使推粮板进行倾斜、升降和折叠动作；

[0013] 摄像监测系统包括固定连接在安装板上表面前侧边缘和后侧边缘的两个固定座，每个固定座上均设有CCD摄像机、红外摄像机和照明灯；

[0014] 无线信号传输系统包括均设在安装板中部的发射机、接收机和天线；

[0015] 控制系统包括设在钻架上的控制面板，控制面板上设有用于控制履带式行走系统、粮堆自动探测系统、粮堆粮面平整系统及电源启闭的控制按键；

[0016] 粮库智能巡检机器人控制装置包括电池管理系统模块、电源模块、传感检测模块、数据采集模块、中央处理器、超宽带标签、同步器、超宽带阅读器、定位服务器、机器人驱动模块和超宽带定位模块；

[0017] 中央处理器将数据采集模块采集到的粮堆表面不同的监测点位置和粮堆内的环境信息通过无线通讯模块实时上传到计算机；粮库智能巡检机器人控制装置包括超宽带定位模块，超宽带定位模块实时发射超宽带信号，超宽带定位装置接收到超宽带定位模块的脉冲信号后通过定位服务器测定粮库智能巡检机器人的实时位置并实时上传到计算机；

[0018] 传感检测模块负责粮仓内仓库温度、相对湿度、粮仓内二氧化碳浓度的实时动态测量和监控，并通过中央处理器将其数据发给计算机，并执行粮库智能巡检机器人和计算机发出的指令；

[0019] 环境调节设备包括除湿设备、调温设备和通风设备，计算机对相应的除湿设备、调温设备、通风设备进行控制，并通过报警装置进行警报，警报条件为：仓库温度大于30℃，相对湿度大于80％，二氧化碳浓度大于5％。

[0020] 电池管理系统模块用于动态监测动力电源模块的工作状态；

[0021] 电源模块为传感检测模块、数据采集模块、中央处理器、超宽带阅读器、机器人驱动模块和超宽带定位模块供电；

[0022] 传感检测模块用于实时探测粮堆内部和粮仓外部环境的温度、湿度、二氧化碳浓度和图像信息，并将监控到的数据传输到计算机；

[0023] 数据采集模块将传感检测模块采集到的模拟信号转换成数字信号，并通过无线通讯模块发送到计算机；

[0024] 中央处理器用于处理接受电池管理系统传输的指令、电源模块的指令、传感检测模块的指令和数据采集模块的指令，中央处理器与无线通讯模块数据交换，并且中央处理器用于控制机器人驱动模块；

[0025] 超宽带标签以7.5Ghz频率发射超宽带脉冲序列，超宽带阅读器接收超宽带脉冲序列并解析从而得到脉冲序列的到达时间戳及标签数据，超宽带阅读器得到的数据经同步器处理后传送给定位服务器，定位服务器发送信号给中央处理器，中央处理器做出相应指令；

[0026] 机器人驱动模块用于驱动粮库智能巡检机器人行走以及转向；

[0027] 超宽带定位模块实时发射超宽带信号超宽带定位装置接收到超宽带脉冲信号后通过定位服务器测定粮库智能巡检机器人的实时位置并实时上传到计算机。

[0028] 超宽带定位装置用于接收超宽带脉冲信号，并通过定位服务器测定粮库智能巡检机器人的实时位置并实时上传到计算机。

[0029] 无线通讯模块包括传感器模块、ADC模块和收发器。

[0030] 计算机包括系统初始化模块、数据处理模块、机器人控制模块、粮库控制设备模块、数据存储模块和系统数据库；

[0031] 系统数据库包括系统备份模块和系统日志模块。

[0032] 伸缩节包括若干个外径不同的套筒，所有套筒均上下通透且具有同一中心线，任意相邻两个套筒中的较小外径套筒均插设在较大套筒内，位于最外层的套筒顶端固定连接在安装板的下表面中心，每个套筒上端内边缘和外边缘均设有定位凸缘，每个套筒下端的内边缘和外边缘均设有限位凸缘。

[0033] 钢丝绳收放装置包括钢丝绳、第一缠绕筒和第一导向辊，两根固定杆后端部之间转动连接有第一转轴，第一缠绕筒套设在第一转轴上，安装板后侧固定连接有第一安装架，第一安装架上沿左右水平方向设有第三驱动电机，第三驱动电机的输出轴朝右设置并传动连接有第一蜗轮减速机，第一蜗轮减速机的输出轴通过第二联轴器与第一转轴左端传动连接，第一导向辊转动连接在两根固定杆中部之间，钢丝绳一端穿过安装板中心的通孔与伸缩节连接，钢丝绳另一端通过第一导向辊与第一缠绕筒连接。

[0034] 电缆收放装置包括电缆、第二缠绕筒和第二导向辊，两根固定杆前端部之间转动连接有第二转轴，第二缠绕筒套设在第二转轴上，安装板前侧固定连接有第二安装架，第二安装架上沿左右水平方向设有第四驱动电机，第四驱动电机的输出轴朝右设置并传动连接有第二蜗轮减速机，第二蜗轮减速机的输出轴通过第三联轴器与第二转轴左端传动连接，第二导向辊转动连接在两根固定杆中部之间，电缆一端穿过安装板中心的通孔与伸缩节内的传感检测装置及钻进装置连接，电缆另一端通过第二导向辊与第二缠绕筒连接。

[0035] 钻进装置包括第五驱动电机和锥形螺旋绞龙，最内层套筒的底端水平固定连接有第一隔离板并且中部水平固定连有第二隔离板，第五驱动电机垂直设在第一隔离板与第二隔离板之间，第五驱动电机的输出轴朝下并传动连接有第三蜗轮减速机，最内层的套筒内壁固定连接有位于第一隔离板上方的支撑板，第三蜗轮减速机固定连接在支撑板上，锥形螺旋绞龙的输入轴向上穿出第一隔离板中心并通过第四联轴器与第三蜗轮减速机的输出轴传动连接，第四联轴器固定连接在第一隔离板上表面，锥形螺旋绞龙与第一隔离板中心的连接处设有密封环。

[0036] 电力供应系统包括电缆收放架、收紧装置和第六驱动电机，电缆收放架固定连接

在底盘后侧中部，电缆收放架之间转动连接有第三转轴，第三转轴上套设有第三缠绕筒，第三缠绕筒上缠绕有电缆；电力供应系统包括充电装置和固定连接在底盘后侧部的动力电池，动力电池后侧面上设有充电插头，充电装置前侧面上开设有充电接口，充电插头与充电接口插接配合。

[0037] 采用上述技术方案，本发明具有以下有益效果：本发明可用于大中型粮库为解决粮食储藏过程中人工测量粮堆温度、湿度、结块、霉变、发热及虫害等粮情参数存在着工作量大、效率低的问题，以及克服现有自动化粮仓检测监控系统需在粮堆中传感节点多、监控死角和维护难等问题，利用穿行于粮堆中的具有自主移动与精准定位功能的检测机器人及携带的传感检测和通讯系统，可将任意位置粮情参数无线传输给监控室的智能监控系统，将大大减少粮食储备损失、大幅度提高效率和降低储藏成本，可广泛应用于大中型粮库实现实时、动态及全方位的粮情监控，减少粮食储藏过程中的损失；

[0038] 粮库智能巡检机器人具有如下优点：

[0039] 1、粮库智能巡检机器人的履带式行走系统，通过控制两个第一驱动电机同时正转或者反转时，第一驱动电机带动驱动轮转动从而通过橡胶履带带动底盘前进或后退，当控制一个第一驱动电机转动而另一个第一驱动电机停止转动时，可实现转弯动作，采用履带式行走系统便于在松软的粮堆表面上稳定行走，长方形的底盘可增加与粮堆表面的接触面积，采用两个第一驱动电机分别独立驱动，便于行走控制，整个履带式行走系统的高度较低，以利于降低重心和节省高度方向上的空间；

[0040] 2、粮库智能巡检机器人可在粮堆表面上达到不同位置的探测点，到达探测点时，启动第五驱动电机，带动锥形螺旋绞龙转动，沿垂直方向在粮堆中产生向下的驱动力，锥形螺旋绞龙向下钻进带动伸缩节的各个套筒向下伸展开，到达预定深度对粮情参数进行检测，也可以进行传感器网络各节点上传感器在粮堆内部的布置，由锥形螺旋绞龙将传感器带入粮堆内部，避免在粮食进库前布置传感器产生大量电缆而影响粮食进库作业，完成各项操作后，控制第五驱动电机反转，从而带动锥形螺旋绞龙反方向转动，沿垂直方向在粮堆中产生向上的驱动力，伸缩节随之收缩逐渐退出粮堆，当锥形螺旋绞龙完全退出后，控制履带式行走系统自主移动到下一个监测点；

[0041] 3、粮库智能巡检机器人的钢丝绳收放装置，控制第三驱动电机带动第一蜗轮减速机通过第二联轴器驱动第一缠绕筒转动，使得钢丝绳的收放速度与钻进装置后退和前进的速度同步，电缆收放装置控制第四驱动电机带动第二蜗轮减速机通过第三联轴器驱动第二缠绕筒转动，使得电缆的收放速度与转进装置后退和前进的速度同步，采用第一蜗轮减速机和第二蜗轮减速机可实现自锁；

[0042] 4、粮库智能巡检机器人的粮堆粮面平整系统在粮食入库时用于粮堆表面的平整作业，并且可以调整推粮板的垂直高度和倾斜角度，配合履带式行走系统可完成粮堆的表面平整，粮食在存储过程中时，本发明仅需执行巡检任务，粮堆粮面平整系统的连杆机构可折叠收存起来，以节省空间和方便其他功能的实现；

[0043] 5、粮库智能巡检机器人的电力供应系统为本发明提供电源供应，可采用将电缆缠绕在电缆收放架上的第三缠绕筒上，通过第六驱动电机驱动第一缠绕筒转动，来控制电缆的收放，并且电缆的收放速度与履带式行走系统的后退和前进速度同步，本发明在现场工作时，电缆与现场的供电配电箱连接，在粮堆表面不同位置时，电缆的长度不一样，可通过

控制电缆的收放来实现，并且电缆始终与现场的供电配电箱相连；本发明的电力供应系统也可采用自身安装动力电池，结构简单，使得本发明在移动的过程中不受电缆长度的制约，可任意到达指定位置，当本发明完成所有的作业任务或者当动力电池电力不足时，自主寻找充电装置将充电插头插入充电接口并完成充电；

[0044] 粮库智能巡检机器人的摄像检测系统主要用于粮堆外部环境检测和本发明的自动避障，本发明的粮堆自动探测系统内的传感检测装置主要用于探测粮堆内部在不同深度的粮情参数，并通过无线信号传输系统实时传输给监控中心。

[0045] 综上所述，本发明能够在粮堆中自主移动、精准定位、粮堆温湿度实时检测及自动控制调节，可以实现实时动态全方位粮情监控和储粮环境全自动调节。

附图说明

[0046] 图1是本发明的整体结构示意图；

[0047] 图2是图1中粮库智能巡检机器人结合无线通讯模块的控制原理图；

[0048] 图3是图1中无线通讯模块结合粮库智能机器人控制装置的结构示意图；

[0049] 图4是图1中计算机的结构示意图；

[0050] 图5是粮库智能巡检机器人的结构示意图；

[0051] 图6是图5中A处的放大图；

[0052] 图7是图5中B处的放大图；

[0053] 图8是粮库智能巡检机器人的俯视结构示意图；

[0054] 图9是粮库智能巡检机器人的后视结构示意图；

[0055] 图10是粮库智能巡检机器人钻进装置的结构示意图；

[0056] 图11是图10中C处的放大图；

[0057] 图12是粮库智能巡检机器人粮堆粮面平整系统在折叠状态下的结构示意图；

[0058] 图13是粮库智能巡检机器人电力供应系统采用动力电池时的结构示意图；

[0059] 图14是本发明中粮堆自动探测系统的锥形螺旋绞龙进入粮堆内部检测的结构示意图。

具体实施方式

[0060] 如图1-14所示，本发明的一种基于移动机器人技术的粮库粮情智能检测监控系统，包括粮库智能巡检机器人控制装置、无线通讯模块、超宽带定位装置、环境调节设备、计算机和报警装置；

[0061] 粮库智能巡检机器人控制装置包括电池管理系统模块、电源模块、传感检测模块、数据采集模块、中央处理器、超宽带标签、超宽带阅读器、定位服务器、同步器、机器人驱动模块和超宽带定位模块；

[0062] 中央处理器将数据采集模块采集到的粮堆表面不同的监测点位置和粮堆内部的环境信息通过无线通讯模块实时上传到计算机；数据采集模块的具体探测手段为现有技术，可以为红外线探测，也可以为探头探测。

[0063] 粮库智能巡检机器人控制装置包括超宽带定位模块，超宽带定位模块实时发射超宽带信号，超宽带定位装置接收到超宽带定位模块的脉冲信号后通过定位服务器测定粮库

智能巡检机器人的实时位置并实时上传到计算机；

[0064] 传感检测模块负责粮仓内仓库温度、相对湿度、粮仓内二氧化碳浓度的实时动态测量和监控，并通过中央处理器将其数据发给计算机，并执行机器人和计算机发出的指令；

[0065] 环境调节设备包括除湿设备、调温设备和通风设备，计算机对相应的除湿设备、调温设备、通风设备进行控制，并通过报警装置进行警报，警报条件为：仓库温度大于30℃，相对湿度大于80％，二氧化碳浓度大于5％，除湿设备、调温设备和通风设备均为现有技术。

[0066] 电池管理系统模块用于动态监测动力电源模块的工作状态，本发明选用惠州市亿能有限公司的产品型号为EV01的电池管理系统模块；

[0067] 电源模块为传感检测模块、数据采集模块、中央处理器、超宽带阅读器、机器人驱动模块和超宽带定位模块供电，本发明电源模块选用北京稳固得电子有限公司产品型号为WDA20-30的电源模块；

[0068] 传感检测模块用于实时探测粮堆内部和粮仓外部环境的温度、湿度、二氧化碳浓度和图像信息，并将监控到的数据传输到计算机；

[0069] 数据采集模块将传感检测模块采集到的模拟信号转换成数字信号，并通过无线通讯模块发送到计算机；本发明数据采集模块选用成都博睿电子科技有限公司产品型号为MODBUSRS485的数据采集模块；

[0070] 中央处理器用于处理接受电池管理系统传输的指令、电源模块的指令、传感检测模块的指令和数据采集模块的指令，中央处理器与无线通讯模块数据交换，并且中央处理器用于控制机器人驱动模块；

[0071] 超宽带标签以7.5Ghz频率发射超宽带脉冲序列，超宽带阅读器接收超宽带脉冲序列并解析从而得到脉冲序列的到达时间戳及标签数据，超宽带阅读器得到的数据经同步器同步处理后传送给定位服务器，定位服务器发送信号给中央处理器，中央处理器做出相应指令；

[0072] 机器人驱动模块用于驱动粮库智能巡检机器人行走以及转向；

[0073] 超宽带定位模块实时发射超宽带信号，架设在粮仓的超宽带定位装置接收到超宽带脉冲信号后通过定位服务器测定粮库智能巡检机器人的实时位置并实时上传到计算机，超宽带定位模块和超宽带标签均为江苏唐恩科技有限公司生产。

[0074] 超宽带定位装置用于接收超宽带脉冲信号，并通过定位服务器测定粮库智能巡检机器人的实时位置并实时上传到计算机。

[0075] 计算机包括系统初始化模块、数据处理模块、机器人控制模块、粮库控制设备模块、数据存储模块和系统数据库；

[0076] 系统数据库包括系统备份模块和系统日志模块。

[0077] 粮库智能巡检机器人包括履带式行走系统、粮堆自动探测系统、粮堆粮面平整系统、电力供应系统、摄像监测系统、无线信号传输系统和控制系统。

[0078] 履带式行走系统包括长方形的底盘1和位于底盘1左右两侧的两条橡胶履带2，底盘1中心开设有圆孔，两条橡胶履带2内均设有位于橡胶履带2后端的驱动轮3、位于橡胶履带2前端的第一从动轮4和位于橡胶履带2中部并间隔设置的两个第二从动轮5，底盘1后端部两侧均设有一个底座6，每个底座6上均设有一个第一驱动电机7，每个第一驱动电机7的输出轴均通过第一联轴器8与轴向设在一个驱动轮3中心的轮轴9传动连接。

[0079] 粮堆自动探测系统包括固定连接在底盘1上的呈长方体框架结构的钻架10，钻架10上表面水平设有安装板11，安装板11中心开设有通孔，安装板11下表面中心垂直固定连接有伸缩节12，伸缩节12内设有钻进装置和传感检测装置14，安装板11上表面中部沿前后水平方向固定连接有两根固定杆47，两根固定杆47平行且间隔设置，固定杆47的长度大于安装板11的长度，两根固定杆47后端部之间设有钢丝绳收放装置，两根固定杆47前端部之间设有电缆收放装置。

[0080] 粮堆粮面平整系统包括推粮板16和用于翻转推粮板16的第二驱动电机17，粮堆粮面平整系统的动力机构采用若干根电动推杆组成多连杆机构驱动推粮板16，可使推粮板16进行倾斜、升降和折叠动作。

[0081] 摄像监测系统包括固定连接在安装板11上表面前侧边缘和后侧边缘的两个固定座24，每个固定座24上均设有CCD摄像机25、红外摄像机26和照明灯27。

[0082] 无线信号传输系统包括均设在安装板11中部的发射机28、接收机29和天线30。

[0083] 控制系统包括设在钻架10上的控制面板31，控制面板31上设有用于控制履带式行走系统、粮堆自动探测系统、粮堆粮面平整系统及电源启闭的控制按键32。

[0084] 伸缩节12包括若干个外径不同的套筒33，所有套筒33均上下通透且具有同一中心线，任意相邻两个套筒33中的较小外径套筒33均插设在较大套筒33内，位于最外层的套筒33顶端固定连接在安装板11的下表面中心，每个套筒33上端内边缘和外边缘均设有定位凸缘34，每个套筒33下端的内边缘和外边缘均设有限位凸缘35。

[0085] 钢丝绳收放装置包括钢丝绳36、第一缠绕筒38和第一导向辊39，两根固定杆47后端部之间转动连接有第一转轴48，第一缠绕筒38套设在第一转轴48上，安装板11后侧固定连接有第一安装架37，第一安装架37上沿左右水平方向设有第三驱动电机49，第三驱动电机49的输出轴朝右设置并传动连接有第一蜗轮减速机50，第一蜗轮减速机50的输出轴通过第二联轴器51与第一转轴48左端传动连接，第一导向辊39转动连接在两根固定杆47中部之间，钢丝绳36一端穿过安装板11中心的通孔与伸缩节12连接，钢丝绳36另一端通过第一导向辊39与第一缠绕筒38连接。

[0086] 电缆收放装置包括电缆23、第二缠绕筒41和第二导向辊42，两根固定杆47前端部之间转动连接有第二转轴52，第二缠绕筒41套设在第二转轴52上，安装板11前侧固定连接有第二安装架40，第二安装架40上沿左右水平方向设有第四驱动电机53，第四驱动电机53的输出轴朝右设置并传动连接有第二蜗轮减速机54，第二蜗轮减速机54的输出轴通过第三联轴器55与第二转轴52左端传动连接，第二导向辊42转动连接在两根固定杆47中部之间，电缆23一端穿过安装板11中心的通孔与伸缩节12内的传感检测装置14及钻进装置连接，电缆23另一端通过第二导向辊42与第二缠绕筒41连接。

[0087] 钻进装置包括第五驱动电机13和锥形螺旋绞龙15，最内层套筒33的底端水平固定连接有第一隔离板56并且中部水平固定连有第二隔离板57，第五驱动电机13垂直设在第一隔离板56与第二隔离板57之间，第五驱动电机13的输出轴朝下并传动连接有第三蜗轮减速机58，最内层的套筒33内壁固定连接有位于第一隔离板56上方的支撑板59，第三蜗轮减速机58固定连接在支撑板59上，锥形螺旋绞龙15的输入轴向上穿出第一隔离板56中心并通过第四联轴器60与第三蜗轮减速机58的输出轴传动连接，第四联轴器60固定连接在第一隔离板56上表面，锥形螺旋绞龙15与第一隔离板56中心的连接处设有密封环61。

[0088] 电力供应系统包括电缆收放架18、收紧装置19和第六驱动电机20，电缆收放架18固定连接在底盘1后侧中部，电缆收放架18之间转动连接有第三转轴21，第三转轴21上套设有第三缠绕筒22，第三缠绕筒22上缠绕有电缆23。

[0089] 电力供应系统包括充电装置43和固定连接在底盘1后侧部的动力电池44，动力电池44后侧面上设有充电插头45，充电装置43前侧面上开设有充电接口46，充电插头45与充电接口46插接配合。

[0090] 本发明的工作过程为：首先接通动力电源，可手动控制本发明的控制系统进行操作，通过控制系统控制履带式行走系统内的两个第一驱动电机7，当控制两个第一驱动电机7同时正转或者反转时，第一驱动电机7带动驱动轮3转动从而通过橡胶履带2带动底盘1前进或后退，当控制一个第一驱动电机7转动而另一个第一驱动电机7停止转动时，可实现转弯动作，控制粮堆粮面平整系统操作完成粮堆表面的平整，控制本发明到达需要检测的监测点，启动第五驱动电机13，带动锥形螺旋绞龙15转动，沿垂直方向在粮堆中产生向下的驱动力，同时启动第三驱动电机49及第四驱动电机53，第三驱动电机49带动第一蜗轮减速机50通过第二联轴器51驱动第一缠绕筒38转动，使得钢丝绳36的收放速度与钻进装置后退和前进的速度同步，第四驱动电机53带动第二蜗轮减速机54通过第三联轴器55驱动第二缠绕筒41转动，使得电缆23的收放速度与转进装置后退和前进的速度同步，锥形螺旋绞龙15向下钻进带动伸缩节12的各个套筒33向下伸展开，到达预定深度对粮情参数进行检测，也可以进行传感器网络各节点上传感器在粮堆内部的布置，由锥形螺旋绞龙15将传感器带入粮堆内部，完成各项操作后，控制第五驱动电机13反转，从而带动锥形螺旋绞龙15反方向转动，沿垂直方向在粮堆中产生向上的驱动力，伸缩节12随之收缩逐渐退出粮堆，同时控制第三驱动电机49及第四驱动电机53反转，钢丝绳36和电缆23同步做收揽运动，钻进装置逐渐退出粮堆，当锥形螺旋绞龙15完全退出后，控制履带式行走系统自主移动到下一个监测点；本发明也可通过无线信号传输系统接收控制信号实现自动操作，按照规划路径自主移动到粮堆表面的监测点，到达需要检测的监测点后，控制粮堆自动探测系统，启动第五驱动电机13，使得伸缩节12随着锥形螺旋绞龙15逐渐进入粮堆内部而逐节伸展开，直至达到要检测的深度，在粮堆内部的检测位置上，锥形螺旋绞龙15内部的传感器检测到该点的粮情参数，通过无线信号传输系统发送到监控中心，然后控制第五驱动电机13反转，从而带动锥形螺旋绞龙15反方向转动，伸缩节12随之收缩逐渐退出粮堆，当锥形螺旋绞龙15完全退出后，控制履带式行走系统自主移动到下一个监测点，当粮堆表面不平整时，也可以通过无线信号传输系统控制粮堆粮面平整系统进行粮堆表面的自动平整；电力供应系统为本发明提供电源供应，可采用将电缆23缠绕在电缆23收放架18上的第三缠绕筒22上，通过第六驱动电机20驱动第三缠绕筒22转动，来控制电缆23的收放，并且电缆23的收放速度与履带式行走系统的后退和前进速度同步，本发明在现场工作时，电缆23与现场的供电配电箱连接，在粮堆表面不同位置时，电缆23的长度不一样，可通过控制电缆23的收放来实现，并且电缆23始终与现场的供电配电箱相连；本发明的电力供应系统也可采用自身安装动力电池44，结构简单，使得本发明在移动的过程中不受电缆23长度的制约，可任意到达指定位置，当本发明完成所有的作业任务或者当动力电池44电力不足时，自主寻找充电装置43将充电插头45插入充电接口46并完成充电。

[0091] 粮库智能巡检机器人的履带行走机构可保证其在粮食堆上行走而不陷入粮堆，具

有提供前进动力的动力驱动系统，调整前进方向的转向系统，能够在粮堆表面钻进并检测粮堆内部储粮参数，且可在粮堆内部取样和进行局部施药；粮库智能巡检机器人本体携带的外部传感系统可用于检测储粮周围环境的传感检测系统；粮库智能巡检机器人控制系统具有信息传递及运动控制功能、粮库智能巡检机器人运动轨迹无线定位系统；粮库智能巡检机器人的传感检测模块、超宽带定位模块与中央处理器通讯联接；机器人驱动模块由偏转单元和移动单元组成，设计机器人的偏转单元和移动运动单元以及头尾连接结构。以多刚体运动学对粮仓监控机器人两种典型的运动模式进行运动学的分析，获得机器人的运动位移和速度，机器人运动的控制策略等。

[0092] 所述的粮库智能巡检机器人的定位导航采用超宽带定位模块来解决粮库检测机器人的自主导航问题。在粮库环境中规划布置定位参考点(也称定位基站)并安装超宽带阅读器，超宽带标签内置于粮库智能巡检机器人，超宽带标签以7.5Ghz频率发射超宽带脉冲序列，阅读器接收超宽带脉冲序列并解析从而得到脉冲序列的到达时间戳及标签数据，阅读器得到的数据经同步器同步处理后传送给定位服务器，系统依据接收到的到达时间戳，依据三角定位算法可以得到标签所处位置及运动轨迹，通过定位平台将数据进行综合并通过GIS软件可把待测点的实时位置显示在电子地图上从而实现可视化。在粮仓中布置超宽带定位基站，内置脉冲超宽带(IR-UWB)定位标签(Tag)于粮仓检测 机器人中，搭建一个UWB传感器节点网络(如图所示)，采用基于IR-UWB技术的室内精准定位系统，根据传播脉冲的属性来进行信号强度的精确测量，整合时差(TDOA) 、基于信号强度(RSS)算法，以确定粮仓检测机器人坐标位置，实现机器人精准定位导航。

[0093] 传感检测模块和数据采集模块用于现场监测仪采集粮仓粮情的相应参数，如粮食温度、仓库温度、相对湿度、粮食水分、粮仓内二氧化碳等，并定时或根据指令发送至计算机；计算机将收到的采样数据以表格形式显示和存储，然后将其与设定的报警值相比较，若实测值超出设定范围，则通过屏幕显示报警或语音报警，并打印记录。与此同时，计算机可向设备控制器发出控制指令，计算机根据指令控制除湿设备、调温设备和通风设备进行降温除湿，以保证粮食存储质量。计算机也可以通过报警指令来启动声光报警装置，通知粮库管理人员采取相应措施来确保粮食存储安全。中央处理器核心采用低功耗的基于920T内核的ARM处理器S3C2440，主频400MHZ，适用于实时环境。

[0094] 无线通讯模块包括传感器模块、ADC模块和收发器；无线通讯模块采用ZigBee无线传输模块，ZigBee无线传输模块选用广州致远电子公司产品型号为ZM5168的无线传输模块，粮堆内部和外部的传感器将得到的模拟信号温湿度信息传输到数据采集模块，数据采集模块将采集到的模拟信号转换成数字信号，通过ZigBee无线传输模块发送到计算机。无线通讯模块采用ZigBee的自组网系统，适用于自动控制和远程控制领域，可以嵌入各种设备。

[0095] 计算机包括系统初始化模块、数据处理模块、机器人控制模块、粮库控制设备模块、数据存储模块和系统数据库；计算机基于Windows应用开发平台，数据库Server采用SQL SERVER 2008，可稳定的运行在X86架构下的服务器和PC机，全面兼容微软的Microsoft Windows操作系统；计算机可以设定智能巡检机器人的运动速率、运动模式；可实时监测粮仓内的温度和湿度信息，并且温度和湿度信息附加精准的位置；计算机可以设定粮仓不同区域的温度湿度上下限，条件超限报警；可以浏览、查询和保存粮仓检测 机器人的历史轨

迹、粮仓温湿度信息。

[0096] 本实施例并非对本发明的形状、材料、结构等作任何形式上的限制，凡是依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰，均属于本发明技术方案的保护范围。

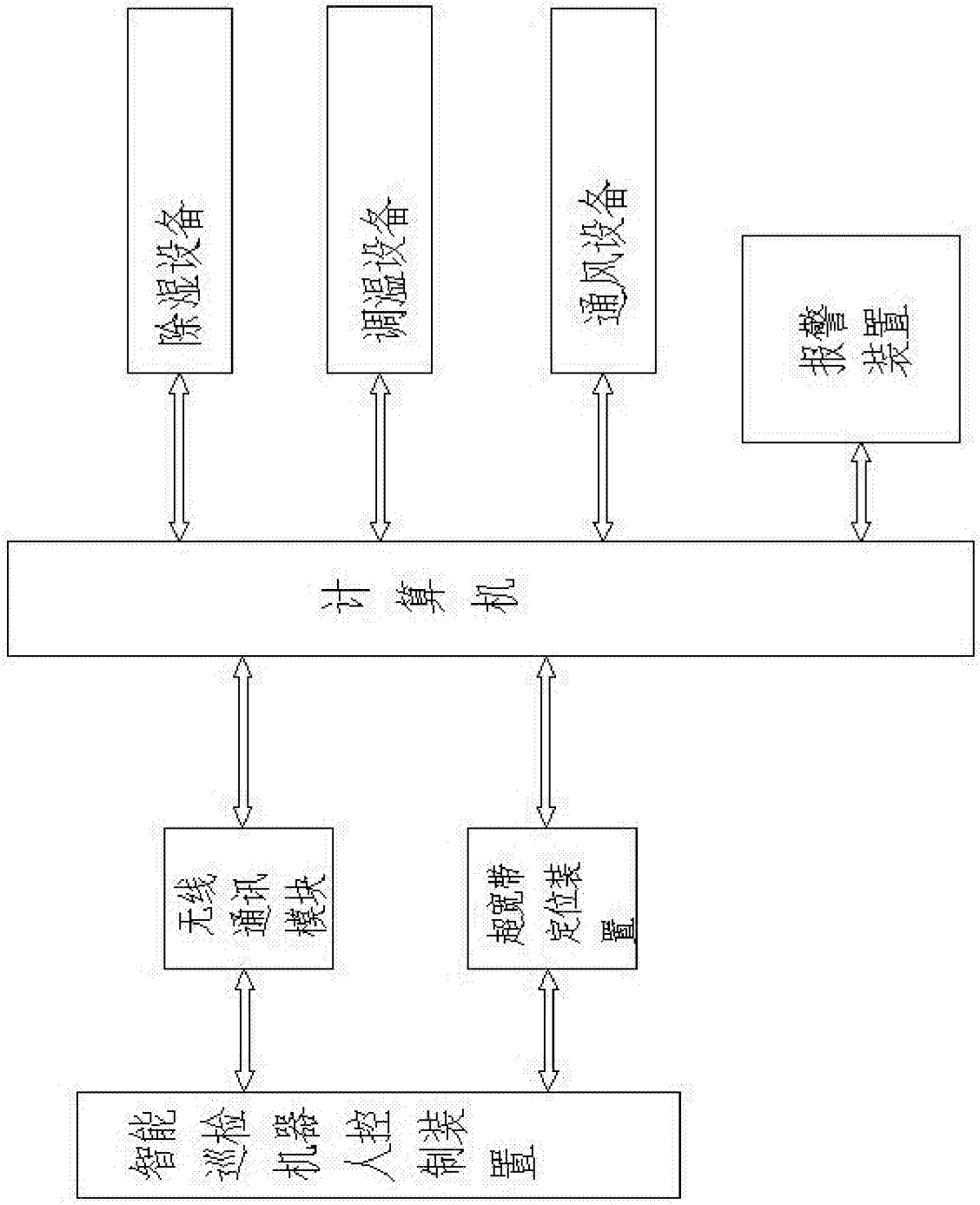


图 1

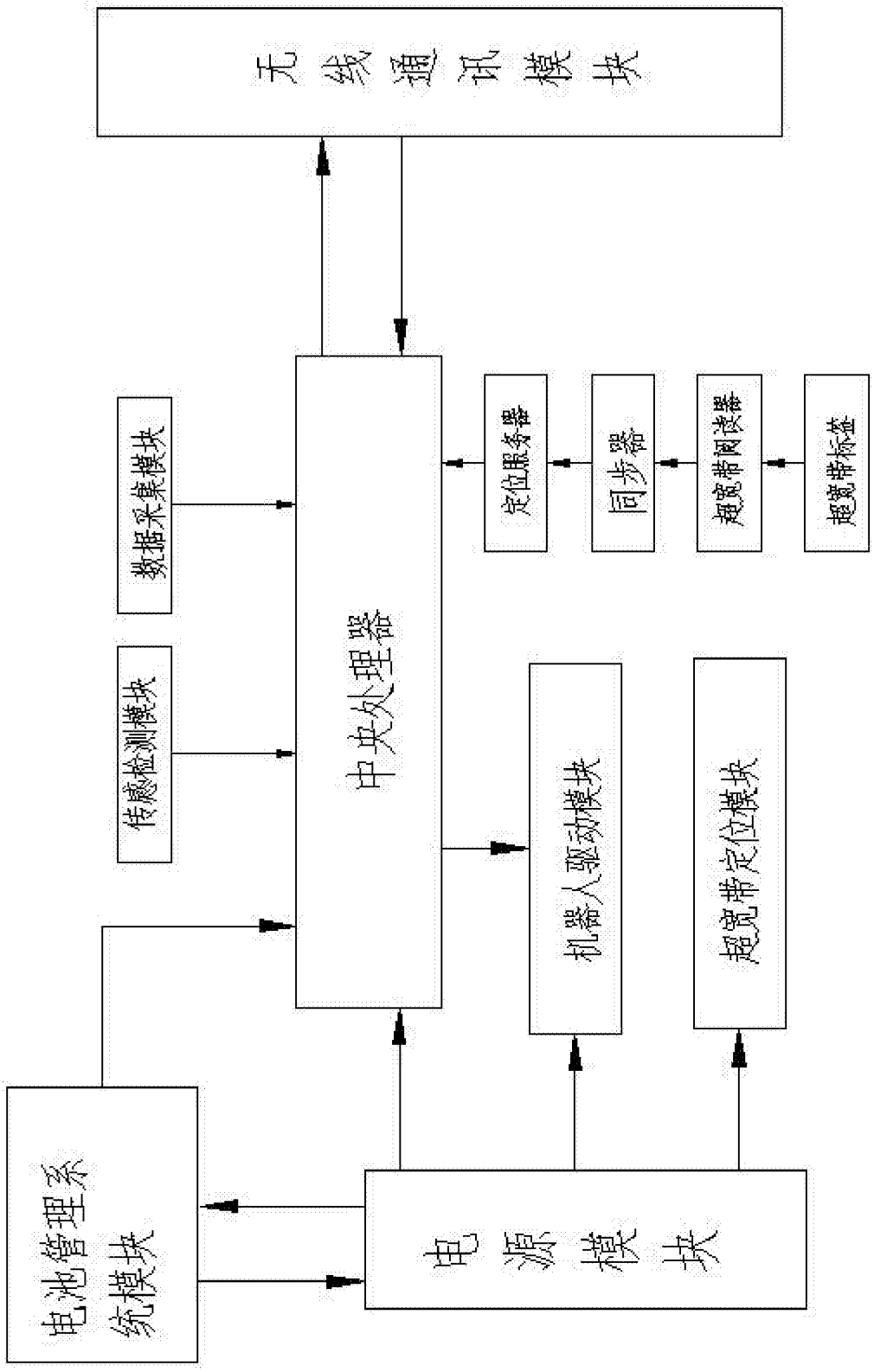

无线通信模块
中央处理器
数据采集模块
传感检测模块
定位服务器
同步器
超宽带阅读器
超宽带标签
机器人驱动模块
超宽带定位模块
电池管理系统模块
电源模块

图 2

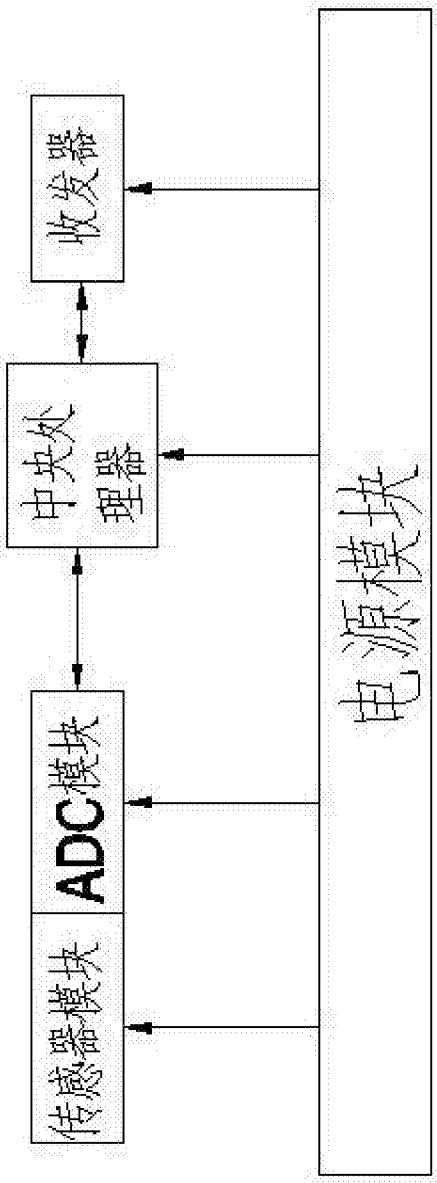


图 3

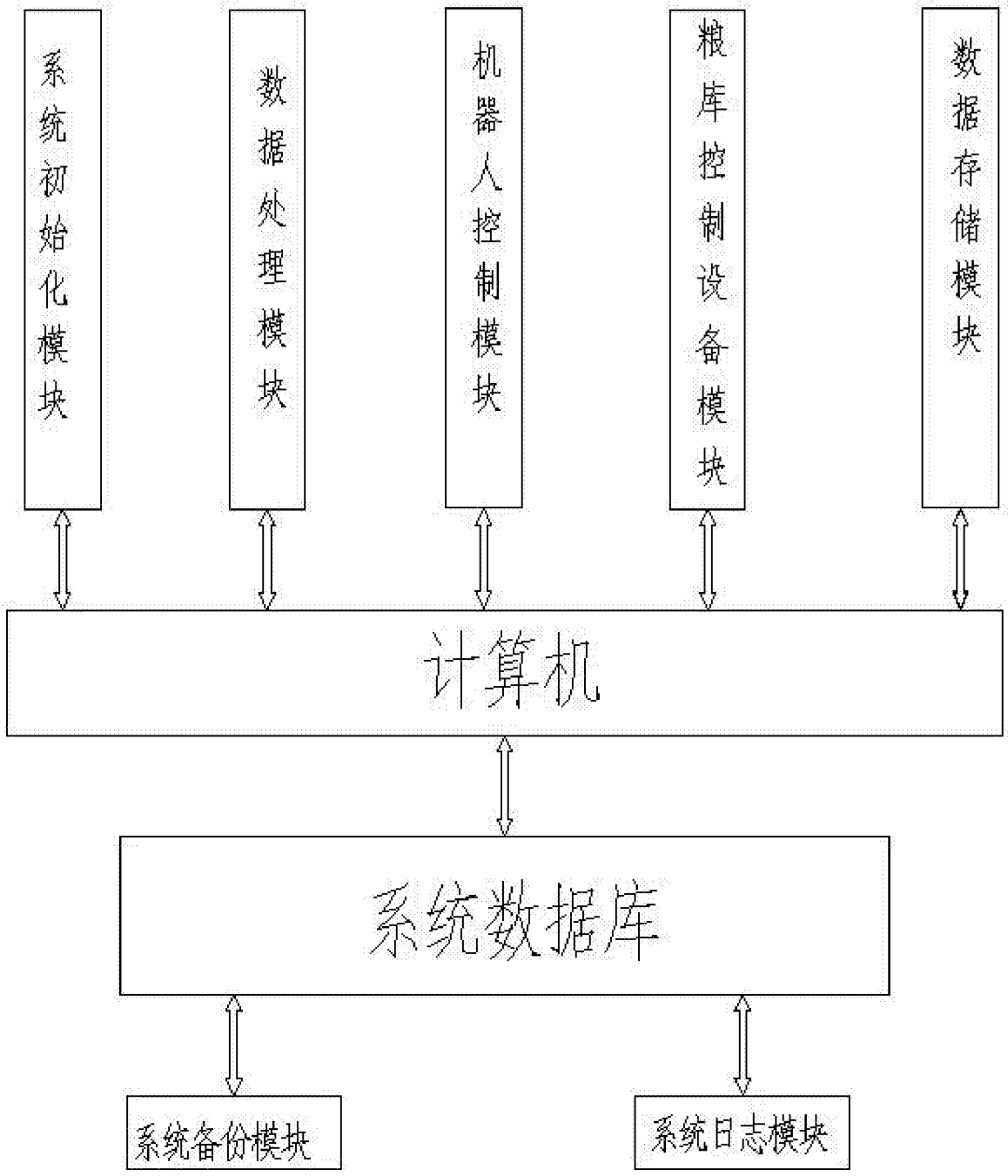

系统初始化模块
数据处理模块
机器人控制模块
粮库控制设备模块
数据存储模块
计算机
系统数据库
系统备份模块
系统日志模块

图 4

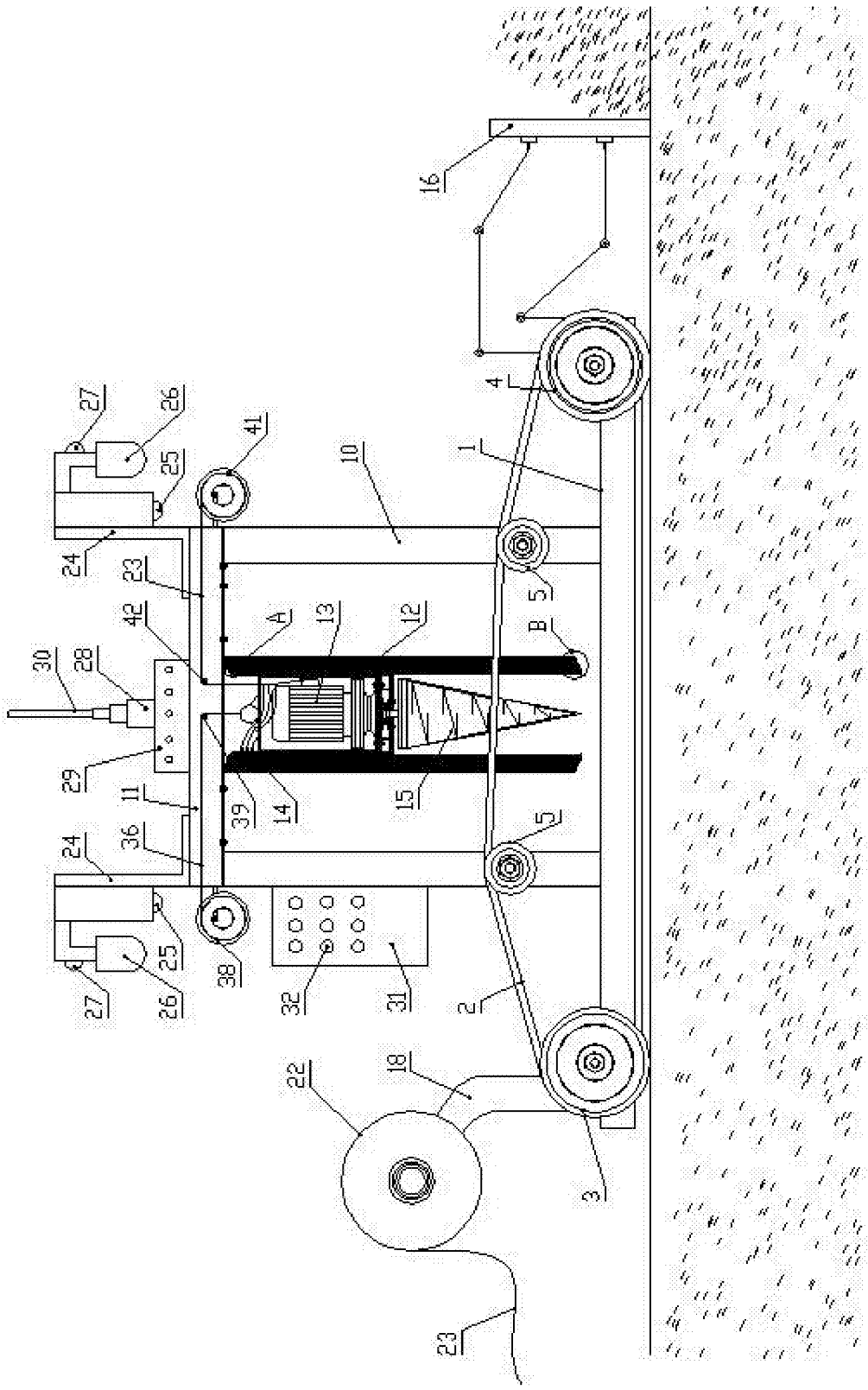

16
4
1
10
41
27
26
25
24
23
5
B
A
13
12
42
30
28
29
11
39
14
15
5
36
24
25
27
26
38
32
31
2
22
18
3
23

图 5

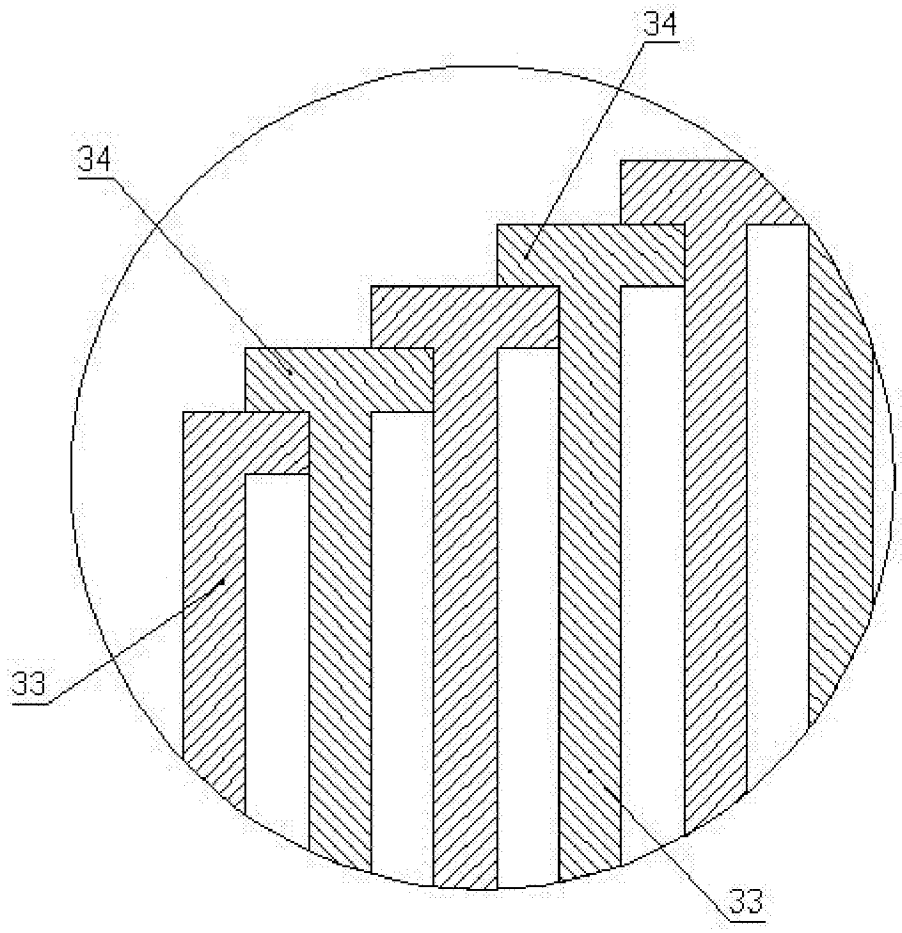


图 6

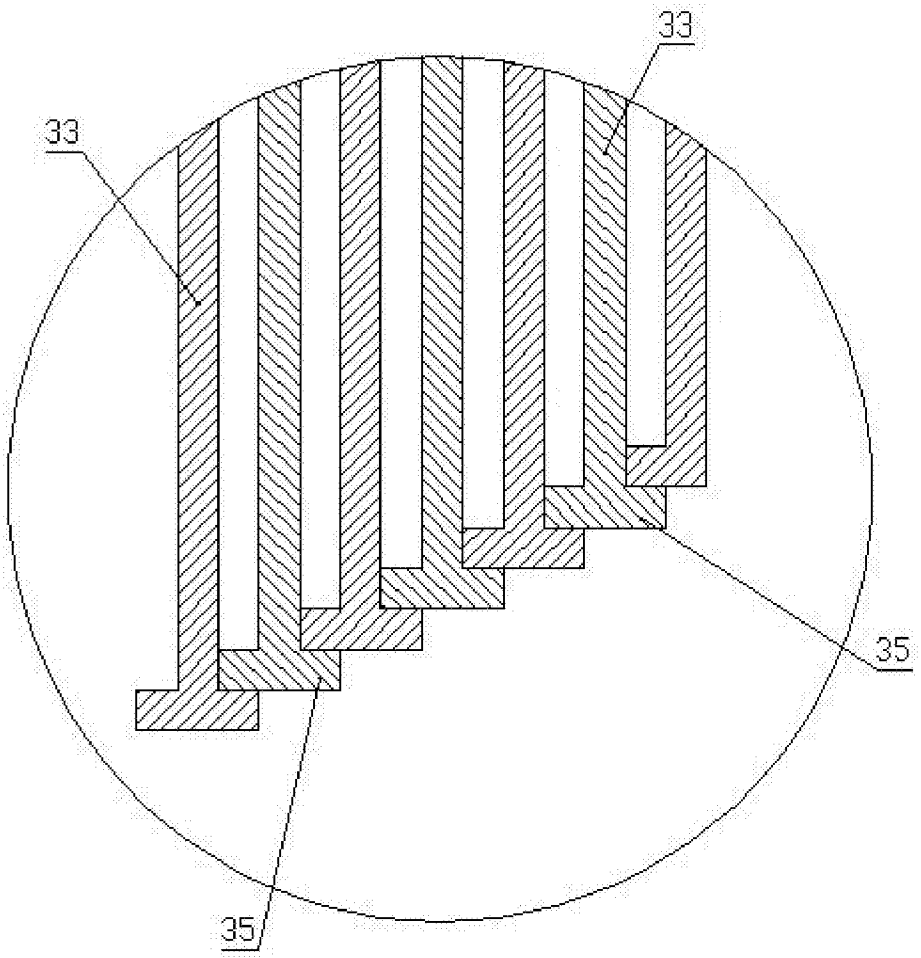


图 7

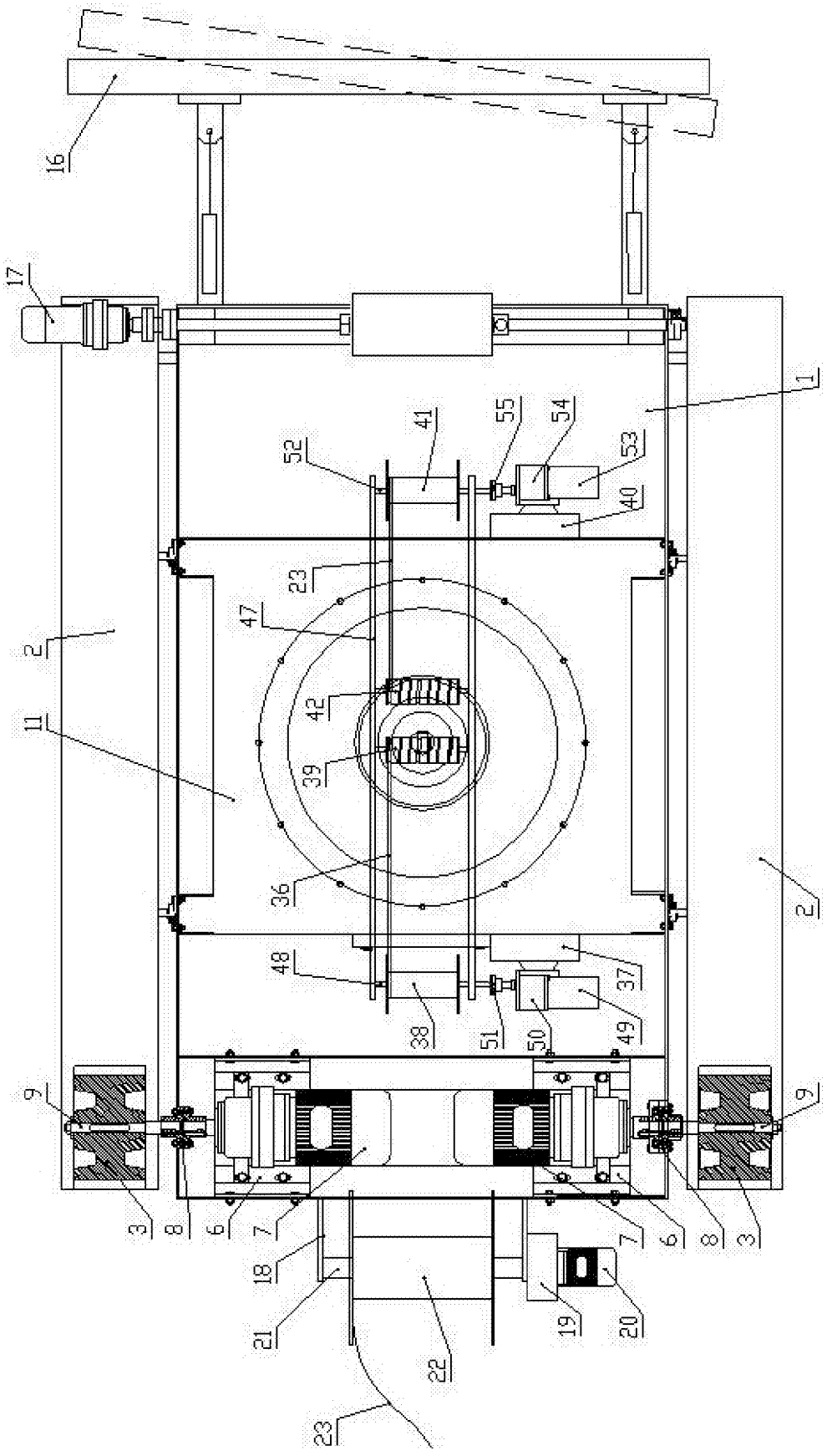

16
17
1
41
55
54
53
52
40
23
47
2
42
11
39
36
2
48
37
38
51
50
49
9
9
3
8
6
7
7
6
8
3
18
21
19
20
22
23

图 8

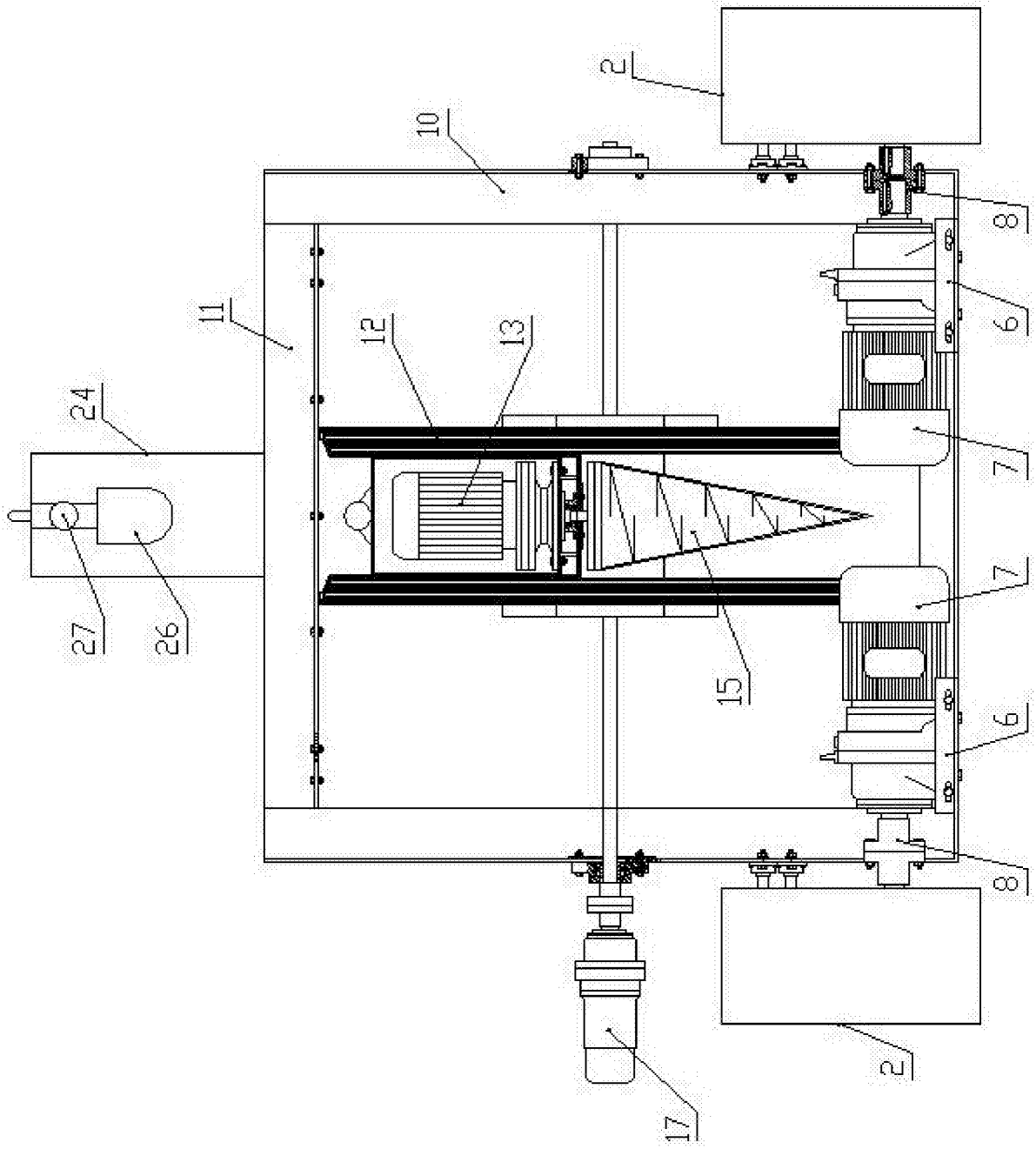


图 9

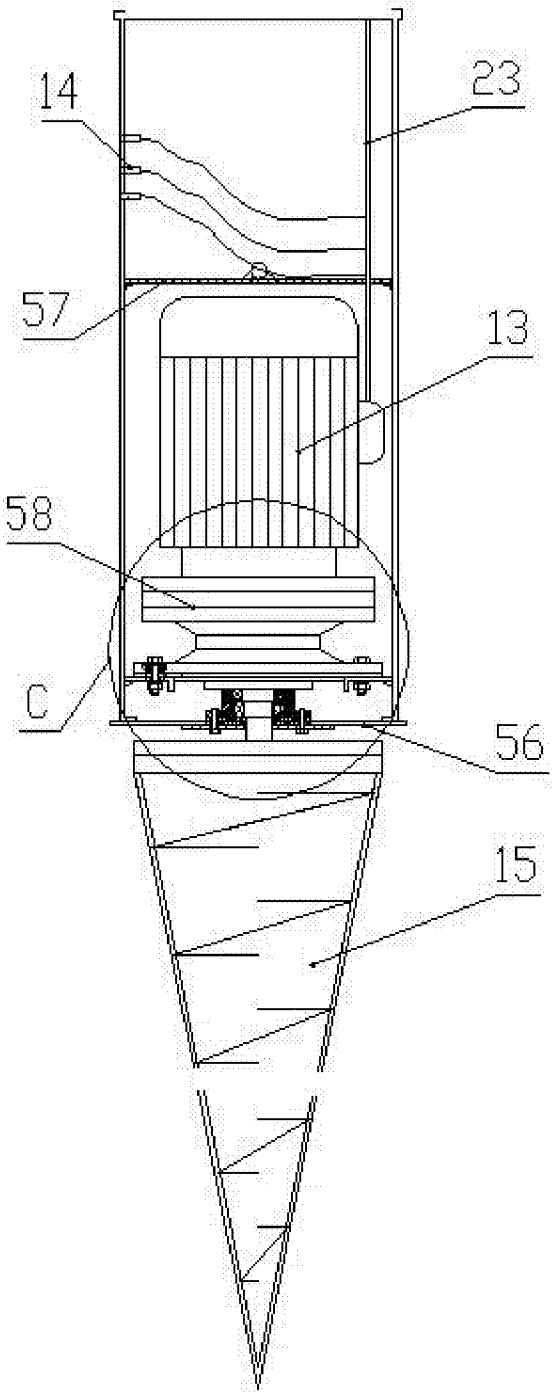


图 10

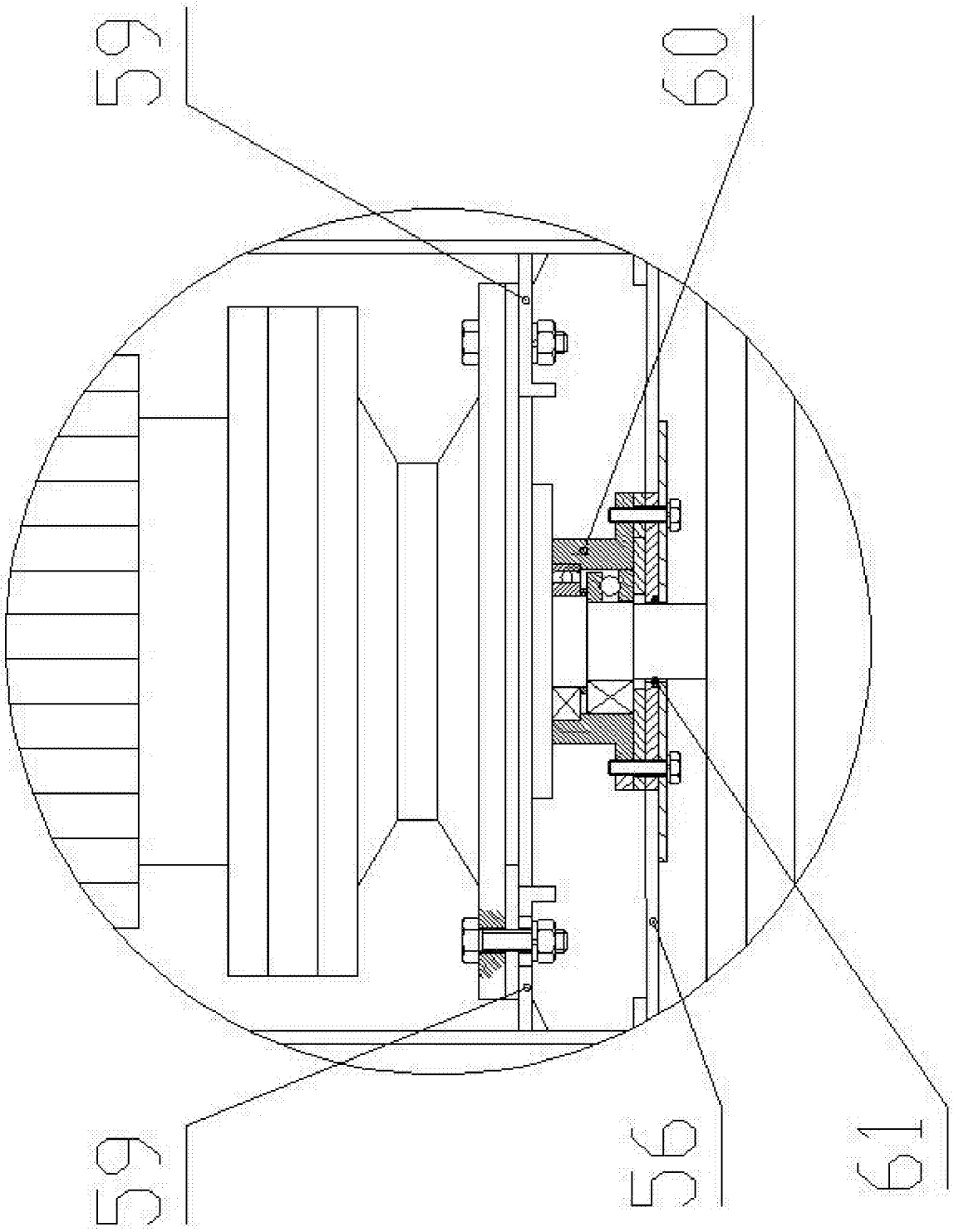


图 11

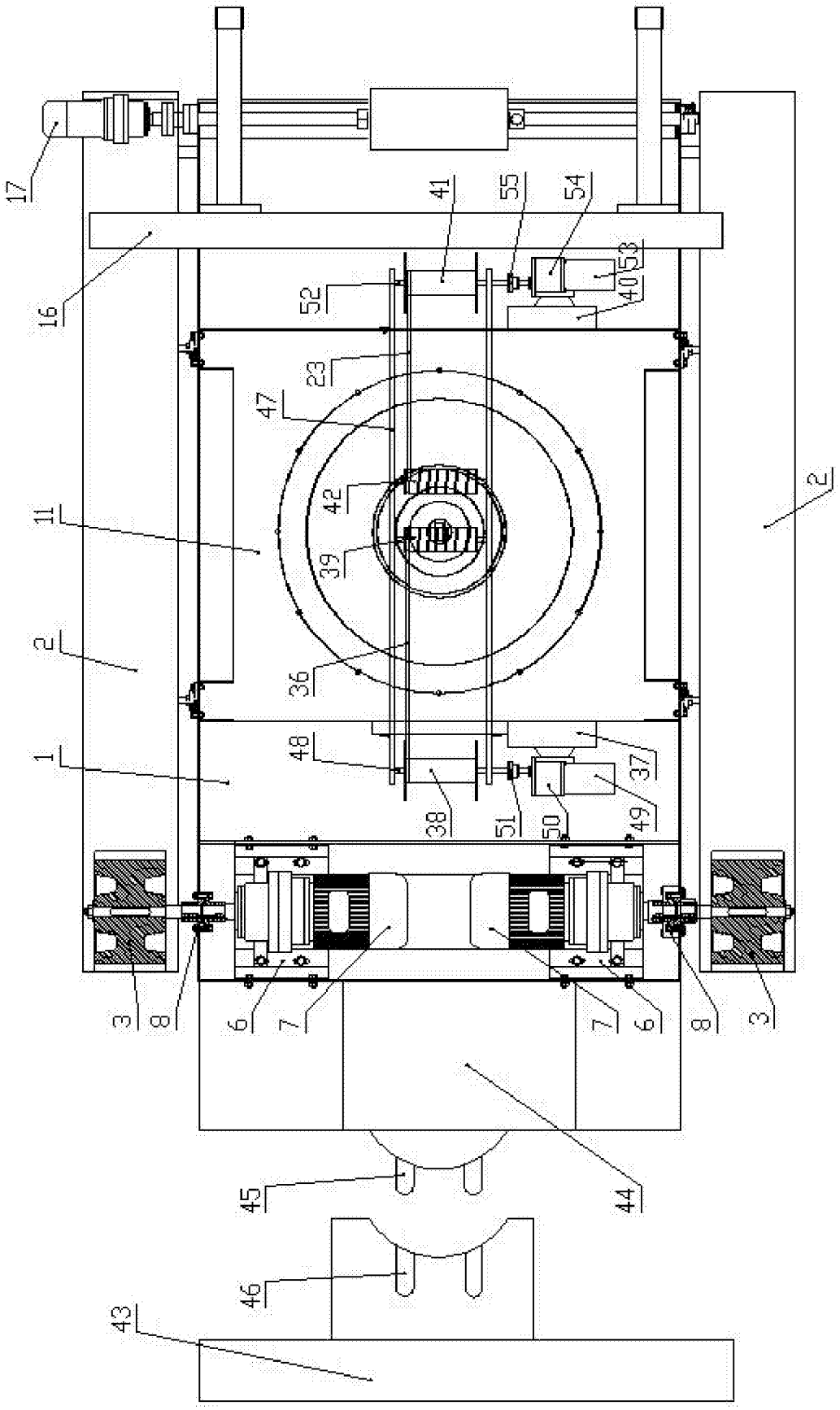

17
16
41
55
54
53
40
52
23
47
42
39
11
2
36
48
37
38
51
50
49
1
3
8
6
7
45
44
46
43

图 12

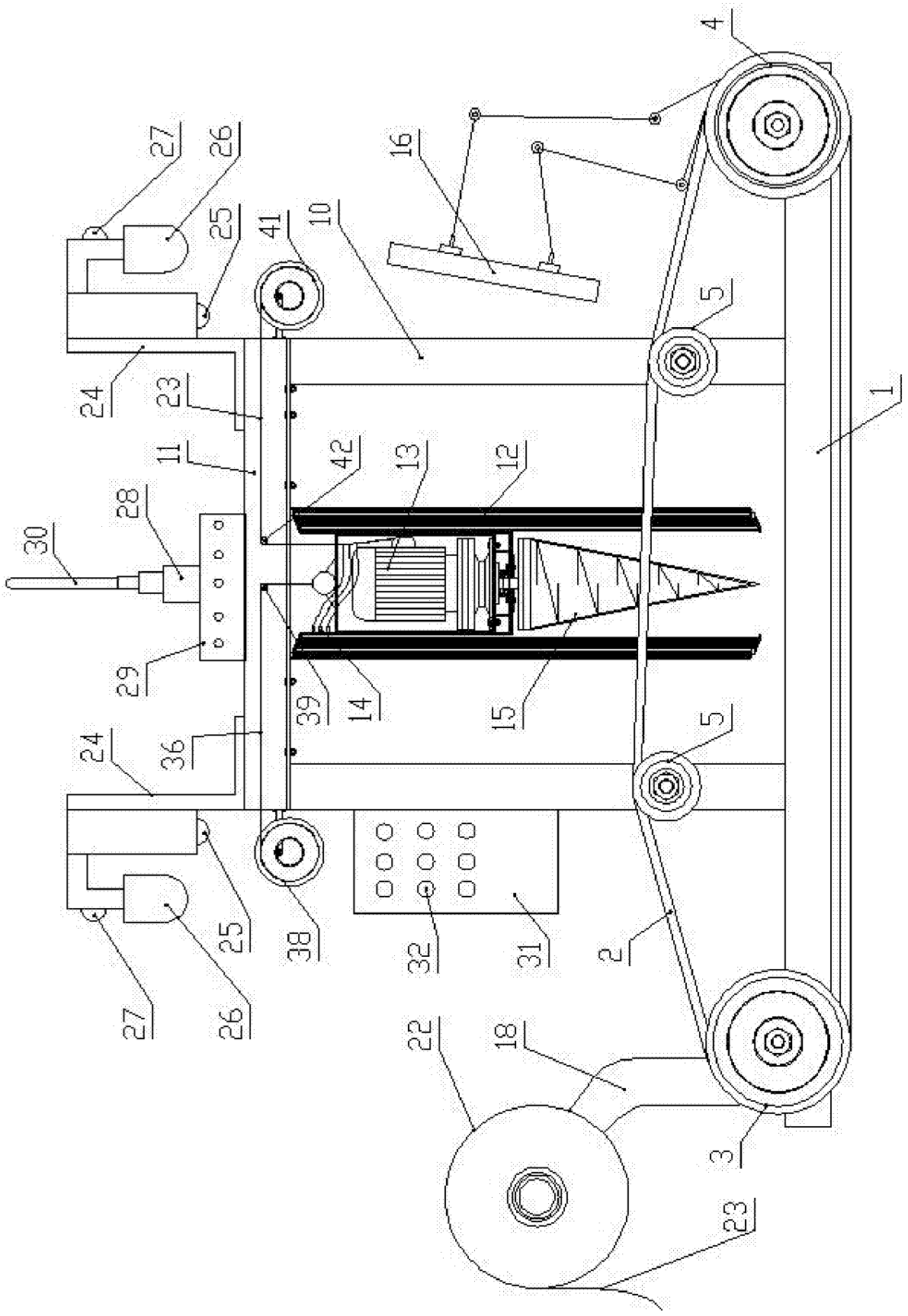

4
16
27
26
25
41
10
5
1
24
23
11
42
13
12
28
30
29
39
14
15
5
24
36
25
38
32
31
2
27
26
22
18
3
23

图 13

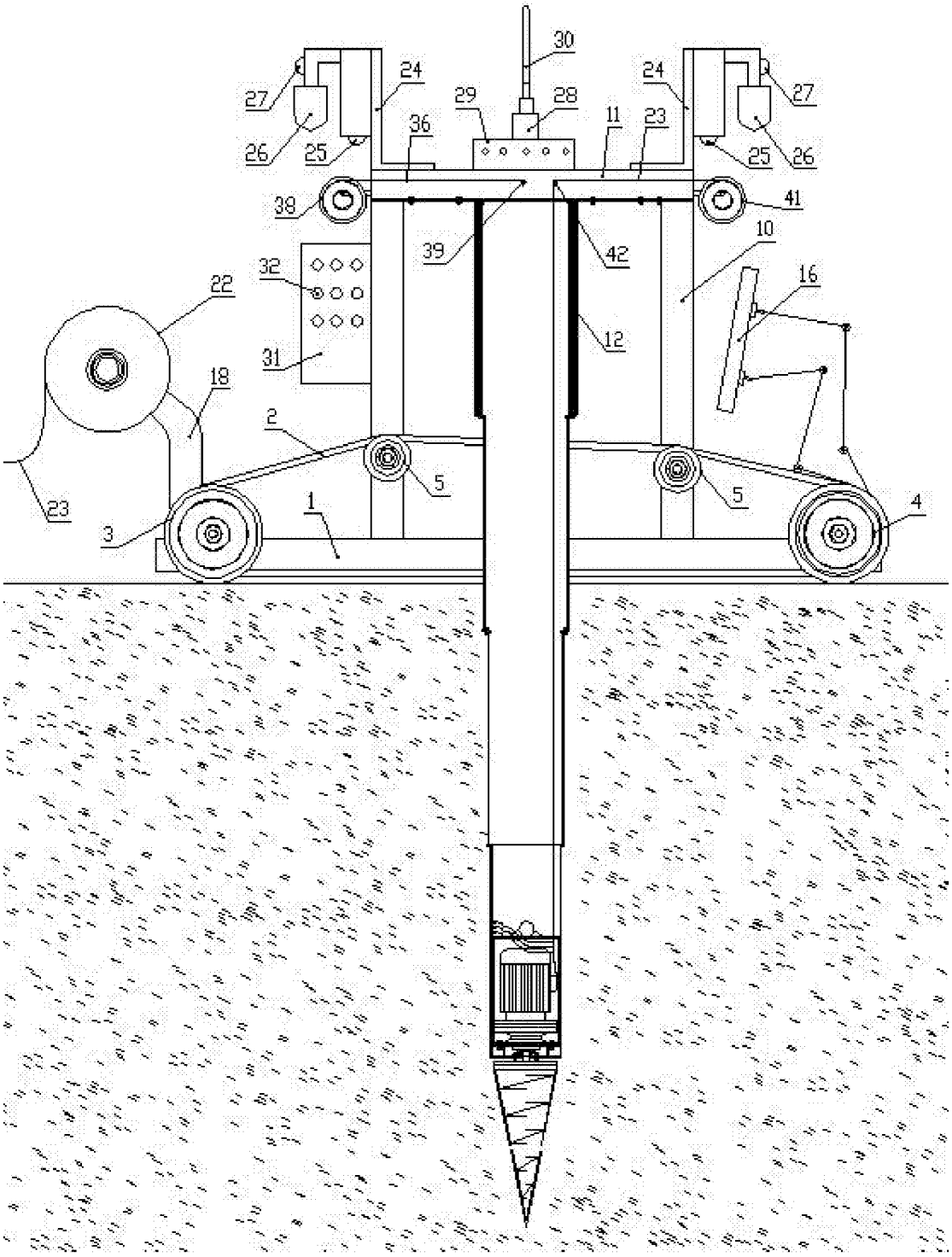

30
24
27
29
28
24
27
36
11
23
26
25
25
26
38
41
10
39
42
32
16
22
12
31
18
2
5
5
23
1
4
3

图 14