

【工程与技术研究】

一款多功能沙障辅助种植机的设计

宋德琨^{1,2}, 谢明志², 张德昌², 王 瑞², 刘 敬²

(1. 安徽理工大学 机械工程学院, 安徽 淮南 232001;

2. 滨州学院 机电工程学院, 山东 滨州 256603)

摘 要:为了解决人工种植草方格和灌木劳动强度大, 种植效率低的问题, 设计了一款多功能沙障辅助种植机。该机器主要由主体结构、行进机构、沙障机构、灌木机构、供给机构构成, 可以实现多种类型沙障的种植, 并节省人力与成本, 具有很好的使用价值。

关键词:草方格种植; 灌木种植; 结构设计; 自动化

中图分类号: TB 472 **文献标识码:** A **DOI:**10.13486/j.cnki.1673-2618.2023.04.014

0 引言

我国土地荒漠化严重, 居住在沙漠边缘的民众深受其害。为了防治土地荒漠化, 我国大力推行在沙漠边缘种植各种类型的沙障, 其中草方格和灌木有着优异的表现^[1-3]。然而目前草方格和灌木都是人工种植为主、机器种植为辅, 劳动强度大, 种植效率低, 并且没有同时对草方格和灌木进行种植的方式^[4-5]。此外, 现有小型沙障种植机器大多是由其他农业机器改造而来, 专业性略低^[6-8]。针对这些问题, 设计了一款多功能沙障辅助种植机。该机器主要包括行进机构、沙障暂存机构、沙障放置机构、沙障固定机构、灌木暂存机构、灌木种植机构、灌木覆土机构、水肥供给机构, 在控制系统作用下实现对草方格、灌木的辅助种植, 能极大减轻劳动强度并提高种植效率, 具有良好的实用性和经济性。

1 结构设计及工作原理

1.1 整机结构

图 1 为多功能沙障辅助种植机的结构示意图, 沙障辅助种植机包括机架、行进机构及沙障暂存机构、沙障放置机构、沙障固定机构、灌木暂存机构、灌木种植机构、灌木覆土机构及水肥供给机构等。机架采用框架结构, 在机架的前侧左下方以及右下方分别安装一个双面犁。行进机构安装于机架的底部, 用于带动机架行走。水肥供给机构设置于机架的内侧, 位于机架的前部区域。沙障暂存机构有两组, 对称设置于机架的左侧上部以及右侧上部, 两组沙障暂存机构均沿前后方向伸展。沙障放置机构有两组, 为左右对称结构, 分别设置于机架左右侧的沙障暂存机构的正下方。沙障固定机构有两组, 为左右对称结构, 两组沙障固定机构均设置于机架的内侧, 分别放置于机架后部左右两侧的正下方。灌木暂存机构位于水肥供给机

收稿日期: 2022-07-12

基金项目: 国家自然科学基金项目(52075047); 山东省自然科学基金项目(ZR2019PEE021); 国家大学生创新创业训练计划项目(S202110449123)

第一作者简介: 宋德琨(1999—), 男, 山东东营人, 硕士研究生, 主要从事机械装备结构设计研究。

E-mail: 749028656@qq.com

构的上方, 安装于水肥供给机构上, 灌木暂存机构的后部伸展至机架的中部区域。灌木种植机构以及灌木覆土机构均设置于机架的内侧, 其中灌木种植机构位于机架的中部左侧区域, 灌木覆土机构位于机架的中部右侧区域。

1.2 工作原理

将草帘和灌木枝条分别装入沙障暂存机构和灌木暂存机构。行进机构的履带电机启动, 带动履带轮转动, 进而带动本机器前进。主体结构中的双面犁开出用于放置沙障的沟槽, 待到本机器移动到预定位置, 停止前进。沙障暂存机构中的两个减速电机带动链条旋转, 使推板向前移动, 将草帘从暂存盒中移出, 待草帘落下后, 两个减速电机停止, 草帘落入沙障放置机构的引导斗, 并通过引导斗落入嵌入斗, 沙障放置机构的推杆电机开始推动, 带动嵌入斗和推杆电机下移, 下移到预定位置后, 两侧的推杆电机停止, 中间的推杆电机开始移动, 通过传动连杆带动嵌入斗挡板移动, 使草帘落入沟槽, 沙障放置机构复位。与此同时, 水肥供给机构的减速电机带动阀门移动, 打开供水管, 完成对沙子的湿润后, 关闭供水管。灌木种植机构的减速电机和钻机电机开始运转, 让钻头下移并旋转, 完成种植坑的挖掘。随后关闭钻机电机, 并反转减速电机, 使钻头上移, 回到初始位置。引导筒减速电机启动, 将引导筒的圆桶部分移到存放杯的正下方。灌木暂存机构的存放盘在减速电机的带动下开始转动, 将下一个存放杯移动到固定有孔圆形挡板孔的正上方, 挡板打开, 灌木枝条落入引导筒并被阻挡片挡住, 随后电磁圈通电, 将阻挡片吸离, 灌木枝条落入种植坑, 灌木种植机构复位。依次打开供水管和供肥管, 完成第一次浇水施肥。灌木覆土机构的减速电机将灌木覆土机构下移, 移到预定位置后, 减速电机开始转动, 带动传动蜗杆旋转, 通过齿轮组和连杆组的配合, 带动覆土板覆土, 灌木覆土机构复位。依次打开供水管和供肥管, 完成第二次浇水施肥。行进机构的履带电机再次启动, 同时沙障固实机构的减速电机开始运转, 通过齿轮组和凸轮传动组带动覆土棒并配合行进机构完成沙障覆土。完成上述流程后, 本机器移动到下一个预定位置, 重复上述流程。

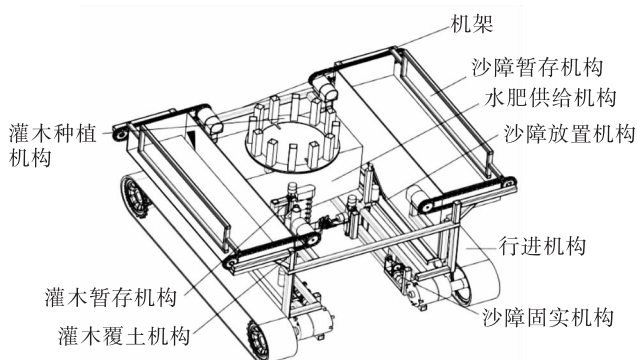


图1 多功能多类型沙障辅助种植机结构示意图

2 关键机构设计

2.1 沙障放置机构

沙障放置机构包括引导斗、底部可开合的嵌入斗、第一推杆电机、第二推杆电机、传动连杆、第一连接杆以及第一导向部件, 如图2所示。其中, 引导斗为竖向设置, 引导斗的上部以及下部均开口。引导斗位于沙障下落口的正下方, 且引导斗与所述沙障下落口沿同方向布置, 底部可开合的嵌入斗与引导斗沿同方向布置, 该嵌入斗的上部开口, 且嵌入斗的上部开口位于所述引导斗的下部开口正下方。嵌入斗包括嵌入斗竖板以及倾斜布置的嵌入斗挡板, 在嵌入斗竖板的前端以及后端分别设置一个嵌入斗挡板滑槽, 嵌入斗挡板的前侧以及后侧分别插入对应侧的嵌入斗挡板滑槽内, 当嵌入斗挡板沿嵌入斗滑槽到达最底部位置时, 嵌入斗

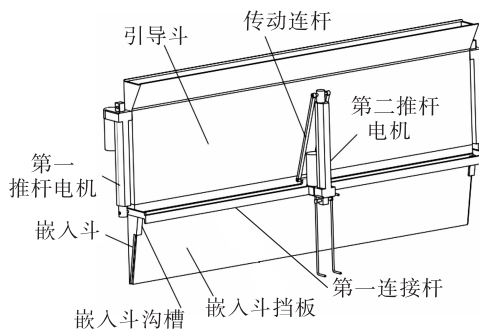


图2 沙障放置机构

侧以及后侧分别插入对应侧的嵌入斗挡板滑槽内, 当嵌入斗挡板沿嵌入斗滑槽到达最底部位置时, 嵌入斗

处于闭合状态。第一推杆电机有两个,分别设置于引导斗的前侧壁以及后侧壁上。两个第一推杆电机的活塞杆均朝向下方,位置靠前的一个第一推杆电机的活塞杆与嵌入斗竖板的前侧相连,位置靠后的一个第一推杆电机的活塞杆与嵌入斗竖板的后侧相连。第二推杆电机与嵌入斗挡板位于嵌入斗竖板的同侧,处于嵌入斗挡板的中间位置。第一连接杆有两根,第二推杆电机的电机座前侧通过一根第一连接杆与位置靠前的一个第一推杆电机的活塞杆相连;第二推杆电机的电机座后侧通过另一根第一连接杆与位置靠后的一个第一推杆电机的活塞杆相连。第二推杆电机的活塞杆向上,通过传动连杆与嵌入斗挡板的中部相连。第一导向部件包括导向杆、导向杆套以及导向杆套固定座,导向杆套固定座安装于第二推杆电机的电机座底部。导向杆套有两个,分别安装于导向杆套固定座上且均为竖向布置,导向杆也有两个,且均竖向安装于机架上。

2.2 沙障固实机构

沙障固实机构包括第一安装支架、覆土棒、凸轮传动组、凸轮传动组安装支架、凸轮传动组限位套、第一减速电机和第一齿轮组,如图 3 所示。第一安装支架与机架相连,其长度方向沿前后方向。第一减速电机以及凸轮传动组安装支架均安装于第一安装支架上,且第一减速电机位于凸轮传动组安装支架的后侧。凸轮传动组安装支架采用 U 形支架。在凸轮传动组安装支架的前后侧相对位置分别开设一个安装孔并对应安装有轴承。凸轮传动组的安装轴前端以及后端分别安装于对应侧的轴承上。凸轮传动组的安装轴后端伸出一段,便于与下述第一从动齿轮相连。第一齿轮组包括第一主动齿轮以及第一从动齿轮。第一主动齿轮安装于第一减速电机的输出轴上,第一从动齿轮与凸轮传动组的安装轴的后端相连,第一主动齿轮与第一从动齿轮为啮合连接。凸轮传动组限位套安装于第一安装支架上。凸轮传动组的伸出端经由凸轮传动组限位套穿过,向右侧斜下方倾斜并与覆土棒相连,覆土棒为圆柱形棒,且沿前后方向布置。在第一减速电机的带动下,第一齿轮组将动力传递至凸轮传动组,并转换为凸轮传动组的伸出端的伸缩运动,从而带动覆土棒伸出和缩回。通过覆土棒的伸出和缩回动作,利于将双面犁挖出的沙土填回双面犁挖出的沟槽内并压实,从而实现沙障的固定。

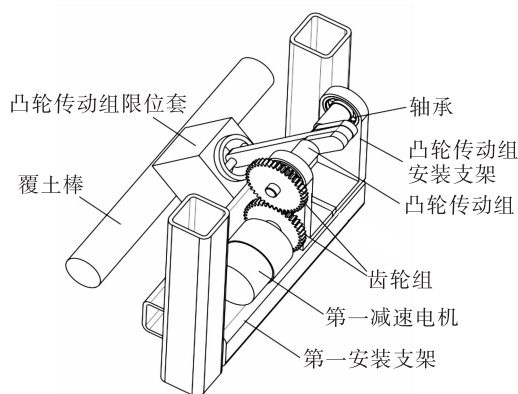


图 3 沙障固实机构

2.3 灌木种植机构

灌木种植机构包括灌木钻坑机构以及灌木下落引导机构,如图 4 所示。灌木钻坑机构包括第二安装支架、第三减速电机、第二齿轮组、钻机以及第一升降驱动机构。第二安装支架为竖向设置,第三减速电机安装于第二安装支架的下部,第三减速电机的输出轴向下。第二齿轮组包括第二主动齿轮以及第二从动齿轮,第二主动齿轮安装于第三减速电机的输出轴上。在第二安装支架的底部对应第二从动齿轮的位置设有轴承安装槽,并安装有第一轴承,第二从动齿轮通过第一齿轮轴安装于所述第一轴承上,第一齿轮轴的顶部与第二从动齿轮的上表面高度相平。第一升降驱动机构位于第二从动齿轮的上方,且底部与第二从动齿轮相连,第二主动齿轮以及第二从动齿轮为啮合连接。第一升降驱动机构采用丝杠驱动机构,丝杠驱动机构沿竖向方向布置,钻机通过钻机安装架安装于所述丝杠驱动机构的丝杠螺母上,钻机的螺旋钻杆沿竖向布置。灌木下落引导机构包括第三安装支架、第四减速电机、第三齿轮组、灌木下落管支架、灌木下落管以及下落管开关。第三安装支架为竖向设置,第二安装支架与第三安装支架的布置方向相同,且均沿左右方向。第四减速电机安装于第三安装支架的下部,第四减速电机的输出轴向下。第三齿轮组包括第三主动齿轮以及第三从动齿轮,第三主动齿轮安装于第四减速电机的输出轴上,在第三安装支架的底部对应第三从动齿轮的位置设有轴承安装槽,并安装有第二轴承,第三从动齿轮通过第二齿轮轴安装于所述第

二轴承上。第二齿轮轴向上伸展至与灌木下落管支架相同的高度, 灌木下落管支架上设有安装轴套, 并通过安装轴套安装于第二齿轮轴上。灌木下落管竖向安装于所述灌木下落管支架上, 在灌木下落管的下部开口, 下落管开关采用电磁推杆, 电磁推杆水平设置于灌木下落管的一侧, 且对准所述灌木下落管的下部开口处。

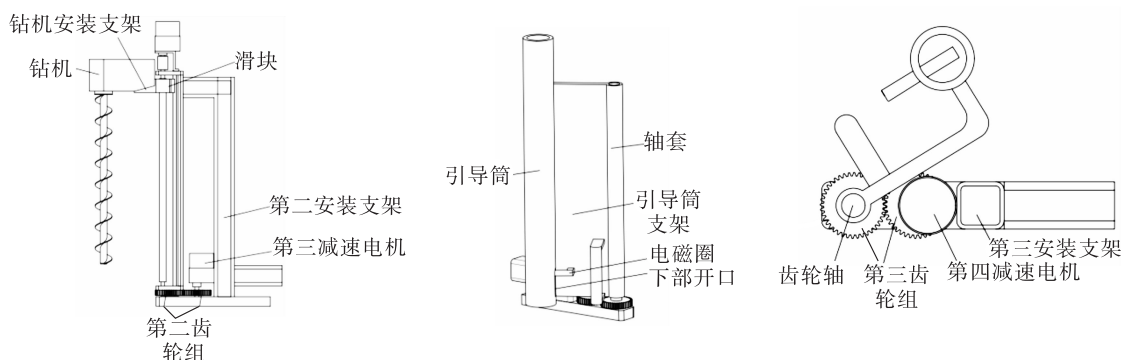


图 4 灌木种植机构

2.4 灌木覆土机构

灌木覆土机构包括第二升降驱动机构、第四安装支架、第五减速电机、蜗轮蜗杆传动机构、连杆组以及覆土板, 如图 5 所示。第二升降驱动机构采用丝杠驱动机构且安装于机架上, 第四安装支架水平设置于所述第二升降驱动机构的丝杠螺母上, 第五减速电机水平安装于第四安装支架上, 蜗轮蜗杆传动机构包括传动蜗杆和两个蜗轮, 第五减速电机的输出轴通过联轴器与传动蜗杆的一端相连。两个蜗轮分别位于传动蜗杆另一端的两侧, 且与传动蜗杆啮合; 连杆组有两组, 为前后对称设置; 覆土板有两个, 为前后对称设置, 位置靠前的传动蜗杆通过一组连杆组与位置靠前的一个覆土板相连, 位置靠后的传动蜗杆通过另一组连杆组与位置靠后的一个覆土板相连, 两个覆土板均为竖向设置, 且能够同时向中间靠拢或向外侧分离。

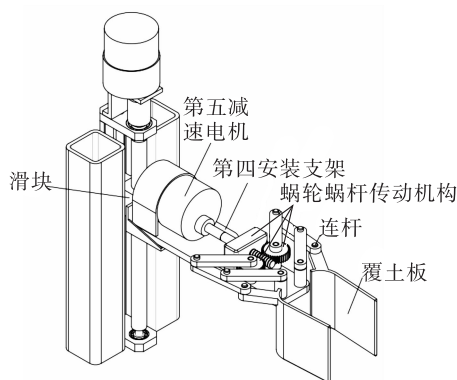


图 5 灌木覆土机构

2.5 供给机构

水肥供给机构包括水肥箱、供水管、供肥管、阀门以及阀门电机, 如图 6 所示。水肥箱包括储水腔以及储肥腔, 在储水腔的底部设有出水口, 并与供水管相连, 在储肥腔的底部设有出肥口, 并与供肥管相连。供水管以及供肥管均为 L 形管, 且供水管和供肥管均朝向后下方, 阀门电机配置有阀门电机支架, 该阀门电机支架采用 L 形状的方管结构, 阀门电机支架位于供水管以及供肥管之间, 且阀门电机支架的水平段朝后方, 阀门电机安装于阀门电机支架的水平段内部, 阀门采用一个开设圆孔的圆形板, 阀门的中部连接于阀门电机上, 供水管以及供肥管的端口与阀门的表面之间为动密封。

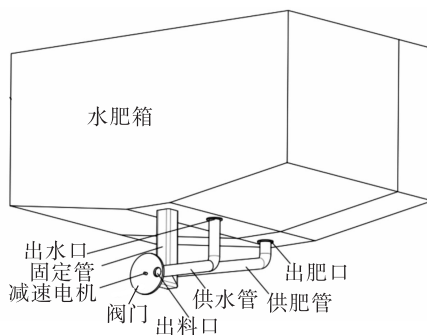


图 6 水肥供给机构

3 结论

本文所设计的一款多功能沙障辅助种植机能够将短期沙障(草方格)种植和长期沙障(灌木)种植这两

项工作结合在一起,将原本需要人机配合的工作变成一条多功能的通道,该机器主要包括行进机构、沙障机构、灌木机构和供给机构,通过各机构的巧妙结合,能够实现沙障和灌木的同步种植,有效降低劳动强度,提高种植效率,为沙漠生态修复提供一种可用的方案。

参考文献:

- [1] 孟文芬.草方格种植不同固沙灌木对宁夏东部风沙区表层土壤微生物多样性及其群落结构的影响[D].银川:宁夏大学,2021.
- [2] 邱开阳,李海泉,谢应忠,等.一种草方格造林对植被和土壤特征影响的研究方法:201911323014.6[P].2022-02-18.
- [3] 柳军,纳守贵,高勋辉,等.一种简单高效的草方格种植机械:202022406820.4[P].2021-07-27.
- [4] 屈建军,张国祥,牛清河,等.一种刷状网绳式草方格沙障:201921445173.9[P].2020-06-16.
- [5] 刘勇,魏小星,梁国玲,等.一种草方格内种植燕麦的防沙系统:201721773761.6[P].2018-10-19.
- [6] 胡恩锴,陈承杰,兰斐,等.一种手扶式草方格沙障铺设机的设计研究[J].机电信息,2022(9):45-48.
- [7] 邓佳源,曲湘云.草方格沙障在防风固沙中的应用[J].工程建设与设计,2019(21):205-207.
- [8] 周永升,许彩云.单行固沙麦秆铺设装置设计[J].周口师范学院学报,2021,38(5):44-45.

Design of Multifunctional Sand Barrier Auxiliary Paver

SONG Dekun^{1,2}, XIE Mingzhi², ZHANG Dechang², WANG Rui², LIU Jing²

(1. School of Mechanical Engineering,

Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, China;

2. College of Mechanical and Electrical Engineering,

Binzhou University, Binzhou 256603, China)

Abstract: In order to solve the problem of high labor intensity and low planting efficiency in artificial planting of grass squares and shrubs, a multifunctional sand barrier assisted planting machine is designed. This machine is mainly composed of a main body mechanism, a travel mechanism, a sand barrier mechanism, a shrub mechanism, and a supply mechanism. It can achieve the planting of various types of sand barriers, save manpower and costs, and has good practical value.

Keywords: grass square planting; shrub planting; structural design; automation

(责任编辑:王新亮)