

沙漠多功能种植小车的设计与分析

郑轩宇¹ 何梓萱¹ 何雪峰¹ 丁兆涵²

1. 南京工程学院机械工程学院 江苏南京 211167

2. 南京工程学院环境工程学院 江苏南京 211167

摘要: 土地沙漠化是当今人类面临的一个重要生态环境问题, 它严重地影响和困扰着全人类的生存与社会可持续发展, 受到世界各国的普遍重视。本文围绕着生态修复的主题, 为有效治理沙漠、减少沙漠化的危害, 设计了一种防风固沙的多功能种植车, 主要将沙漠种植与水管铺设相结合, 并通过有限元分析校核了其关键零部件的可靠性, 并制作了实物模型, 经实地测试, 整车各单元均可实现预定功能, 该车的使用可大大解放人力, 减少沙漠种植与管理的负担, 可以使生态修复更快的进行, 有效降低土地沙漠化程度。

关键词: 沙漠化; 种植; 生态恢复; 装置设计

Design and Analysis of Multi-functional Desert Planting Car

Zheng Xuanyu¹, Zixuan He¹, He Xuefeng¹, Ding Zhaohan²

1. School of Mechanical Engineering, Nanjing Institute of Technology, Nanjing, Jiangsu, 211167, China

2. School of Environmental Engineering, Nanjing Institute of Technology, Nanjing, Jiangsu, 211167, China

Abstract: Land desertification is an important ecological and environmental problem facing mankind today, which seriously affects the survival of mankind and disturbs the sustainable development of society, thus attracting widespread attention around the world. In order to effectively regulate the desert and relieve the harm of desertification, this paper designs a multi-functional planting vehicle for windbreak and sand fixation, mainly combining desert plant and water pipe laying. Moreover, through the finite element analysis, we checked the reliability of its core components and made a physical model. Through field testing, each unit of the vehicle can achieve the predetermined function. The use of this vehicle can greatly liberate manpower, reduce the burden of desert planting and management, make ecological restoration faster, and effectively reduce the degree of land desertification.

Keywords: desertification, planting, ecological restoration, device design

引言:

土地沙漠化是我们所面临的环境问题之一, 有“地球癌症”的称号, 我国是当今社会受土地沙漠化危害最为严重的国家之一, 沙漠面积约为173.97万平方公里。而我们通过播种一些耐干旱的沙生植物, 如沙棘、沙柳和沙枣等, 来控制 and 固定流沙, 以改善沙漠化土地。现有的种植技术主要为人工种植技术和机器种植技术, 人工种植技术主要为人工使用铁锹或者钻机进行挖孔及种植, 面对广阔的沙漠化土地, 费时费力且效率低; 而现有的机器种植多采用螺旋钻头钻孔, 再放置植株, 在钻孔完成拔出钻头的时候会因为流沙掩埋孔洞, 导致植株存活率低。本文设计了一种沙漠多功能种植小车, 可实现种植植株的同时铺设水管, 有效减少后续管理负担,

并且采用了直插式种植装置, 解决了上述流沙掩埋孔洞的问题。

1 装置结构

1.1 整体装置

沙漠多功能种植小车, 由移动单元、支撑单元、种植单元、树苗输送单元、水管铺设单元组成。该车可在沙漠等环境恶劣的地区种植树苗等植物, 并同步铺设水管, 减轻后续管理负担, 大大节省了人力。移动单元控制整车的行进, 支撑单元作为整车主体保持种植单元始终水平, 种植单元可将植株种入沙土中, 水管铺设单元同步进行水管的铺设。整体装置如图1所示。

1.2 移动单元

移动单元采用履带轮, 配合悬挂减震装置, 可实现



图1 整体装置

在高低起伏的地区行进，充分适应沙漠化地带的地形。移动单元采用4个直流电机作为驱动，与履带轮相连接，可实现在沙漠地区的行进。移动单元如图2所示。

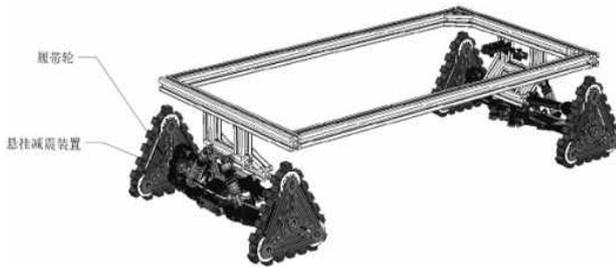


图2 移动单元

1.3 支撑单元

支撑单元以铝型材为主体，型材与4个推杆连接，推杆另一端与水平平台连接，通过陀螺仪判断平台倾斜角度，使用4个推杆伸缩使平台保持水平，本单元可使水平平台在倾角小于35°的斜坡上保持水平。支撑单元如图3所示。

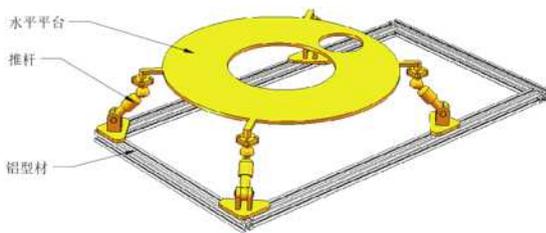


图3 支撑单元

1.4 种植单元

种植单元采用直插式种植装置，通过推杆1将种植通道插入沙土中，此时盖板闭合用于阻挡沙土，后通过推杆2将盖板打开，待树苗落下后，推杆1将种植通道拔出，盖板闭合，流沙将洞口掩埋。种植单元如图4所示。

1.5 树苗输送单元

树苗输送单元由带减速箱的步进电机驱动，减速箱减速比为1:5.18，步进电机带动旋转圆盘旋转，旋转圆盘内有10个以3个直径为5cm的管道组成的丛状输苗管



图4 种植单元

道，用于输送植株，旋转圆盘中心为储苗桶，用于储存植株。种植前需将树苗管道装满植株。树苗输送单元如图5所示。

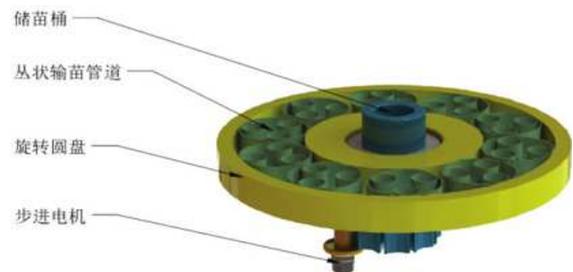


图5 树苗输送单元

1.6 水管铺设单元

水管铺设机构固定在车尾两侧，使用犁刀推出管道槽，并通过滚轮将软水管压在土中，水管开小孔，使水渗透到树苗根部，水管卷于圆盘上。同步化铺设水管，减少了后期管理的负担。水管铺设单元如图6所示。

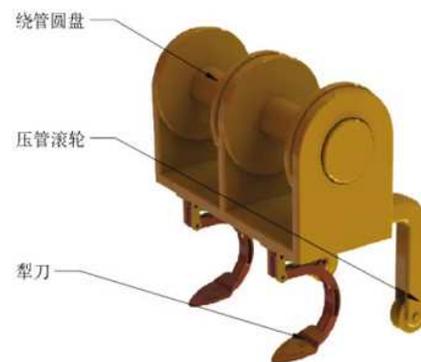


图6 水管铺设单元

2 性能分析

对关键零件进行有限元分析，通过软件得出其应力分布，需确认关键零件所受的最大应力小于其许用应力。

小车选用铝型材作为支撑主体，首先应分析铝型材的受力，通过软件分析，得出铝型材所受最大应力为 $9.965 \times 10^6 \text{Pa}$ ，其屈服极限为 $2.65 \times 10^8 \text{Pa}$ ，作为小车梁，主要状态为弯曲，故选用安全系数为3，其许用应力计算公式如(1)。

$$\sigma = \sigma_s / n \quad (1)$$

其中 σ 为许用应力

σ_s 为屈服极限

n 为安全系数

计算得其许用应力为 $8.83 \times 10^7 \text{Pa}$ ，大于其所受最大应力，可以使用。其应力分布图如图7所示。

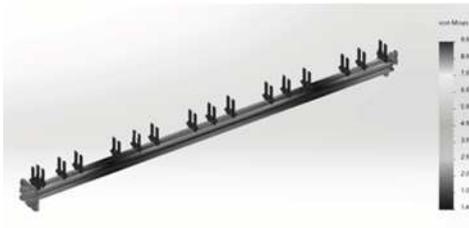


图7 铝型材应力分布

种植单元采用的空心种植管需要直接插入沙土中，属于关键零件。

通过软件分析，得出其所受最大应力为 $4.293 \times 10^5 \text{Pa}$ ，其屈服极限为 $2.827 \times 10^8 \text{Pa}$ ，选用安全系数为6。

计算可得其许用应力为 $4.71 \times 10^7 \text{Pa}$ ，大于其所受最大应力，可以使用。其应力分布图如图8所示。

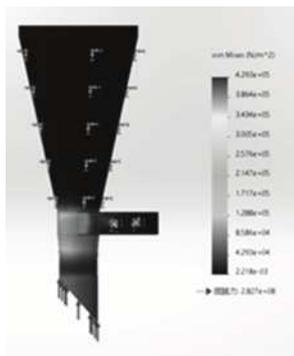


图8 空心种植管应力分布

移动单元采用的电机座用于将悬挂减震装置、直流电机和铝型材连接，属于关键零件。

通过软件分析，得出其所受最大应力为 $4.135 \times 10^5 \text{Pa}$ ，其屈服极限为 $6.895 \times 10^6 \text{Pa}$ ，选用安全系数为3。

计算可得其许用应力为 $2.3 \times 10^6 \text{Pa}$ ，大于其所受最大应力，可以使用。其应力分布图如图9所示。

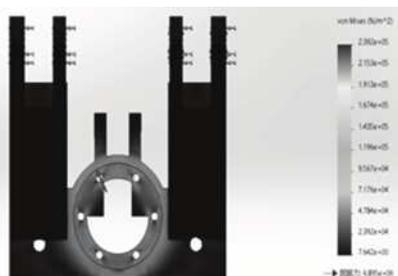


图9 电机座应力分布

3 创新点

3.1 功能创新

本装置可实现插孔、放苗、压土和铺设管道的功能，普通的植树机械多采用螺旋钻头钻孔后，重新定位移动放置。本装置插孔放苗一体，可有效解决流沙及定位问题，并且配合铺设水管，实现功能的综合，减小后续管理压力。

3.2 结构创新

- ◆采用转盘树苗，并选用丛状种植方式；
- ◆采用直插式空心管道，可实现插孔种苗一体化；
- ◆采用陀螺仪配合推杆，使平台保持水平；
- ◆采用履带轮配合悬挂减震，增强越野能力。

4 实物模型

现已制作实物样机一台，各个单元均可实现预定功能，整车经试验可实现植株种植及水管铺设。实物样机如图10所示。



图10 实物样机

5 结语

沙漠化问题愈发严重，本装置可以针对沙柳、沙枣等耐旱植株进行种植，并同步铺设水管，本装置实现了直插式种植（插孔种植一体化），后期可针对装置进行改进，增加其他功能，如自动补充树苗、树苗后续管理等，本装置植树效率相比人工提高183%，相比螺旋钻头种植效率提高133%。本装置还可用于其他场景下的植物种植，可移植性强。

参考文献：

- [1]苏志珠, 董光荣. 中国土地沙漠化研究现状及问题讨论[J]. 水土保持研究, 2002, 9(3): 133-135, 145.
- [2]尚建力, 刘春红. 沙漠中防风固沙植物种群选择的探讨[J]. 安徽农学通报, 2010, 16(17): 167-169, 176.
- [3]王强强, 唐进年, 杨自辉, 等. 不同配置固沙林的防风阻沙效果[J]. 西北林学院学报, 2020, 35(3): 177-184.