

张意松, 黄 晖, 薛 忠, 等. 4UMS-900 型木薯收获机的研制[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(10): 367-369.

4UMS-900 型木薯收获机的研制

张意松¹, 黄 晖¹, 薛 忠¹, 叶剑秋², 崔振德¹, 高文武¹

(1. 中国热带农业科学院农业机械研究所, 广东湛江 524091; 2. 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所, 海南儋州 571737)

摘要:目前在木薯生产过程中人工劳动强度最大的环节是木薯收获, 而且生产效率较低, 雇佣劳动力作业成本高。因此, 本研究阐述了一种木薯收获机的主要结构、工作原理、主要技术参数及试验结果。结果表明, 该机型满足设计要求, 且能够满足生产要求。

关键词:木薯收获机械; 结构; 工作原理; 生产效率; 作业成本

中图分类号: S225.7⁺1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)10-0367-02

木薯是耐旱、高产的块根作物, 是世界三大薯类作物之一, 同时也是我国热带、亚热带地区的一种重要经济作物, 其块根富含淀粉, 是节粮型的淀粉资源。在我国, 木薯的种植面积在逐年增加。截至 2012 年, 我国木薯种植面积约 68.23 万 hm^2 , 预计到 2015 年木薯种植面积将增加到 100 万 hm^2 。木薯产业发展过程中, 收获环节是一项农业适时期短、占用劳力多、劳动强度大、作业条件差的作业工序。传统的收获完全依赖人工, 而用传统人工收获木薯作业时, 存在用工多、强度大、效率低、成本高等缺点, 不能全程机械化作业成为制约木薯产业的瓶颈, 开拓木薯产业发展的关键在于实现机械化。当前制约木薯产业的主要是收获, 由于木薯块根不易久存, 如果在收获季节不能及时收获, 其块茎将霉变, 导致薯农亏损, 再加上木薯块茎较大, 在地表下的分布不规则, 且肉质松脆, 从而使块根收获时极易受损。而机械化收获木薯可提高劳动生产效率, 减轻劳动强度^[1-4]。因此, 设计了 4UMS-900 型木薯收获机以期实现降低作业成本, 提高作业效率。

1 结构及工作原理

1.1 主要结构

4UMS-900 型木薯收获机结构如图 1 所示, 主要由悬挂架、机架和挖掘铲组成。悬挂架采用三点悬挂, 与机架焊为一体, 木薯收获机械的关键部件挖掘铲通过立柱与机架使用螺栓联接, 可以调节其相对位置。

1.2 工作原理

该机与拖拉机采用三点悬挂的方式挂接。工作时, 先把薯秆离地 25 cm 以上部分切断并清走。当拖拉机向前移动时, 由拖拉机液压油缸的作用使挖掘铲从薯块下面入土, 挖掘铲破坏木薯块茎底部的土壤结合力, 起到松土作用, 同时将薯块周围的土壤松动, 以便将木薯根块与黏合的土壤分离, 最后

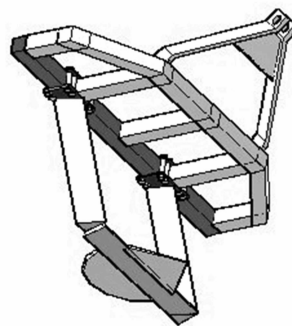


图1 4UMS-900型木薯收获机结构

由人工拔出收集。

1.3 主要技术指标

外形尺寸 1 400 mm × 700 mm × 1 300 mm; 工作行数 1 行; 适应收获的行距 0.80 ~ 1.00 m; 配套动力 50.5 ~ 65.5 kW; 挖掘深度 280 ~ 360 mm(可调); 结构重量 < 400 kg; 悬挂形式为三点悬挂; 总工作幅度为 1 400 ~ 1 700 mm; 伤薯率 < 10%。

2 主要工作部件的设计及分析

2.1 挖掘铲的设计及分析

挖掘铲由固定支架、翼铲、入土铲和延伸板等组成。固定支架由 2 块 650 mm × 150 mm × 32 mm 钢板焊接在固定板上, 并通过螺栓与机架联接。翼铲由 1 块 910 mm × 130 mm × 22 mm 钢板焊接在固定支架末端, 而入土铲则在翼铲的中心位置。铲刃采用加焊耐磨材料以增加其作业强度和刚度。作业时考虑到木薯块根分布, 在入土铲和翼铲的作用下, 对土壤进行挤压, 使土壤松碎, 为了具有较好的松碎效果, 增强挖掘铲的碎土能力, 在挖掘铲上增加了延伸板, 带有木薯块茎的土壤随着延伸版上升后堕落, 可以更好地把木薯翻出或者使土壤更加松动, 便于人工捡拾。挖掘铲的参数和铲刃斜角受力分析如图 2 所示。

2.1.1 铲面倾角 α 铲面倾角 α 的选择应根据土壤硬度及黏度和对松碎土壤的要求而定, 为保证木薯根块完全松动或将木薯根块从土里拱出, 且不会产生壅土现象, 取 $\alpha = 20^\circ$ 。

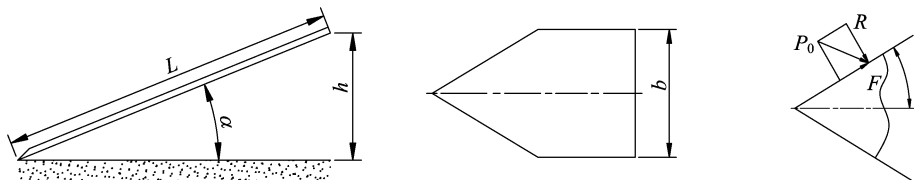
2.1.2 挖掘铲末端高度 h (不包括延伸板部份) 由于木薯块根分布主要集中在地表以下 20 ~ 30 cm, 个别品种可达

收稿日期: 2013-05-21

基金项目: 中国热带农业科学院院本级基本科研业务费专项(编号: 1630032012041)。

作者简介: 张意松(1963—), 男, 广东揭西人, 助理工程师, 研究方向为热带农业机械化技术与装备。E-mail: 757327536@qq.com。

通信作者: 黄 晖, 副研究员, 硕士生导师, 研究方向为热带农业机械化技术与装备。E-mail: huihuangli@21.cn.com。



α —铲面倾角; h —挖掘铲末端高度(不含延伸板), cm; b —铲面宽度, cm; L —挖掘铲的长度(不含延伸板), cm; F —铲刃与土壤的摩擦力; P_0 —作用于入土铲铲刃上的阻力, R —土壤对铲侧边的正压力

图2 挖掘铲参数和铲刃斜角受力分析

40 cm, 为此初步设计挖掘铲挖掘深度 35 cm, 设计挖掘铲尾端离地高度即挖掘铲可提升薯块根的高度最高为 18 cm, 以便更好地分离土壤与薯块。

2.1.3 挖掘铲的长度 L (不含延伸板) 由图 2 可以看出, 挖掘铲长度 L 与挖掘深度 h 和铲面倾角 α 的关系为:

$$L = h / \sin \alpha. \quad (1)$$

由(1)式可计算得挖掘铲的长度 $L = 52.9$ cm。若挖掘铲长度过短, 不能实现预期工作要求; 挖掘铲太长, 将增加挖掘铲入土难度, 挖掘重量也会降低。因此, 挖掘铲长度取 28 cm, 提升高度可达 10 cm, 通过加焊延伸板可保障提升高度。

2.1.4 入土铲铲刃张角 2γ 入土铲铲刃张角的大小须以使土壤和杂草能沿刃口顺利滑行为目标。土壤在铲上的滑切力需克服摩擦力, 其临界条件为:

$$P_0 \sin(90 - \gamma) > F. \quad (2)$$

式中: P_0 为作用于入土铲铲刃上的阻力; F 为铲刃与土壤的摩擦力, 且 $F = R \tan \psi$; ψ 为土壤对钢铁的摩擦角, 一般 $\psi = 30^\circ \sim 36^\circ$ 。

由相关理论知识可以确定:

$$\begin{cases} F = R \sin \alpha \\ R = P_0 \cos(90 - \gamma) \end{cases} \quad (3)$$

本设计取 $\psi = 33^\circ$, 则可取 $\gamma = 25^\circ$, 铲刃张角 $2\gamma = 50^\circ$ 。

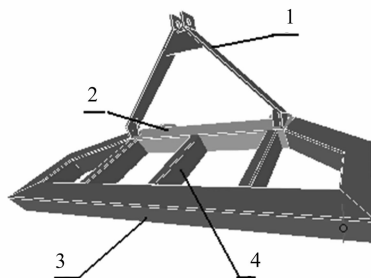
2.1.5 入土铲铲面宽度 b 入土铲的铲面宽度应保障当入土铲入土后, 在其两侧翼铲的作用下可挖到每一垄薯块, 并尽量减少土壤的移动, 以防折断木薯块茎。研究表明, 挖掘宽度达到 80 cm 时, 木薯块茎的损失率为 1.6%。考虑到木薯苗株在种植、田间管理环节和一些不确定的自然力(雨水冲刷、台风等)下出现偏离种植行中心线的程度和机手操作的熟练程度, 木薯收获机入土铲的挖掘宽度取 25 cm, 考虑两边入土铲侧翼铲, 整个挖掘铲总长度可设计到 90 cm。

2.1.6 延伸板 延伸板由厚 5 mm、直径 500 mm 边沿略向下拱起的半圆型钢板焊接在翼铲尾端, 其倾角与挖掘铲入土倾角相近。延伸板的使用可增强挖掘铲的碎土性能, 防止铲上壅土, 增高提升高度, 更加便于人工捡拾。

2.2 机架设计与分析

该型木薯收获机的机架与悬挂架焊接为一体, 可通过拖拉机液压系统有效地控制机具入土深度, 如图 3 所示。机架设计为梯形结构, 其前主梁与后梁通过加强肋板焊接联接, 起

到加强和防止变形作用。挖掘铲置于后主梁上, 可根据木薯种植地的土壤硬度调节其相应的深度。



1—悬挂架; 2—前主梁; 3—后主梁; 4—加强肋梁

图3 机架结构

2.2.1 机架的受力分析 机架采用 2 根 16 号槽钢对焊成 160 mm × 130 mm 的方梁^[5], 主要用来克服土壤对工作部件较大的前进阻力、上下拉杆的拉压力、作用在挖掘铲上阻力以及机架本身的自重。槽钢壁厚 6.5 mm。

2.2.2 机架受力校核 由于机架选用文献[6]中的机架, 其强度及刚度能够满足作业要求。

2.3 样机整机

4UMS-900 型木薯收获机的样机实物如图 4 所示。

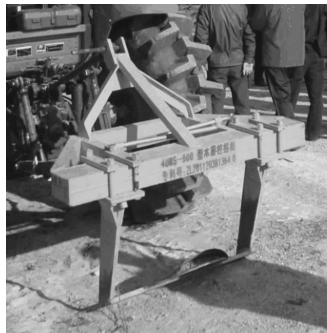


图4 样机实物图示

3 结果与分析

样机试制成型后, 委托农业部热带作物机械质量监督检验测试中心对其进行了技术性能检测, 其主要设计指标与样机检测指标结果如表 1 所示。

表1 主要技术指标检测结果

项目	幅宽(mm)	总工作耕宽(mm)	平均耕深(mm)	机具总重量(kg)	纯工作生产率(hm ² /h)
技术要求	850~950	1 400~1 700	280~360	<400	
检测结果	910	1500	315	320	0.36

缴锡云,虞晓彬,郭思怡. SWAP 模型在稻田水分运移模拟中的应用[J]. 江苏农业科学,2013,41(10):369-372.

SWAP 模型在稻田水分运移模拟中的应用

缴锡云,虞晓彬,郭思怡

(河海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室/河海大学水利水电学院,江苏南京 210098)

摘要:针对稻田的水分运移,研究了 SWAP 模型的应用条件并进行了效果验证。在格田尺度上,对土壤在垂直深度上划分为 40 个单元,确定了 SWAP 模型的边界条件和初始条件,估算给出模型参数,通过比较田间土层深度模拟值与实测值的吻合程度。结果表明,田间土层深度模拟值与实测值吻合较好,SWAP 模型可用于模拟稻田的水分运移和相对产量,为稻田水分运移和水稻产量研究提供了方便可行的方法。

关键词:SWAP 模型;稻田;田间土层深度;模型效率系数

中图分类号:S274 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2013)10-0369-04

SWAP(Soil-Water-Atmosphere-Plant)是瓦赫宁根大学集成当今 SPAC 系统水分运移的最新研究成果,是宏观系统 SPAC 系统水分运移模拟模型的典型代表,主要用于田间尺度下土壤-植物-大气环境中水分运动、溶质运移、热量传输及作物生长的模拟^[1]。模型在国内外得到了应用,并取得了较好效果,受到了较广泛接受和认可。近年来,SWAP 模型在黄河流域大型灌区农田水盐动态变化规律^[2-3]、灌溉水管理方案评价^[3-4]、地下水位的控制^[5]等方面得到了广泛的应用。

罗智勇以 SWAP 模型为平台分析了栾城县不同灌溉制度下 0~2 m 土壤水分的动态变化过程,初步得出了农作物的生

长与地下水水位动态的关系,农作物生长季节与地下水位的关系^[6]。孔繁瑞利用 SWAP 模型对不同地下水埋深下土壤水肥利用效率进行了模拟^[7]。李小梅等以 SWAP 模型为工具,应用不同灌溉制度下灌水水平、土壤水势、早稻叶面积指数、干物质量及产量等试验资料,研究了早稻灌溉模式^[8]。van Dam 等应用 SWAP 模型研究农业用水效率和区域养分管理。他指出在未来 5~10 年内,像 SWAP 这种模型在教育和研究中依然十分重要^[9]。姚本智、丛振涛等利用山东位山灌区冬小麦监测资料对 SWAP 模型进行率定,在此基础上,考虑冬小麦产量与蒸腾量的关系,利用 SWAP 模型进行灌溉制度优化分析^[10]。

综上所述,SWAP 模型多用于旱田水盐运移和灌溉制度优化研究,水稻田中节水减污方面研究较少。对 SWAP 模型进行空间单元划分,并确定模型的边界条件和初始条件,通过计算求出模型所需参数,以模型效率系数和相关系数为分析标准,检验田间土层深度模拟值与实测值的吻合程度,验证 SWAP 模型在稻田的适用性,为稻田水分运移和水稻产量的研究提供方便可行的方法。

机构的检测与作业试验可知,其主要技术指标均符合设计要求,而且整体性能优于 4UMS-390 II 型木薯收获机,进而在此基础上完善设计,实现推广应用。

参考文献:

- [1]蒋志国,黄晖,李明,等.我国研发木薯收获机械的必要性[J].中国热带农业,2008(6):34-35.
- [2]孙佑攀,廖宇兰,陈丹萍.4UMS-1 型木薯收获机的设计[J].农机化研究,2012,34(2):89-92.
- [3]廖宇兰,孙佑攀,林大春,等.木薯收获机械研究进展[J].热带农业工程,2009,33(1):54-56,60.
- [4]李整民. II 型单行木薯收获机[J].热带作物机械化,1993(1):45-47.
- [5]中国农业机械化科学研究院.农业机械设计手册:下[M].北京:中国农业科学技术出版社,2007:1111-1503.
- [6]薛忠,黄晖,李明,等.4UMS-390 II 型木薯收获机的研制[J].农机化研究,2010,32(8):79-81,85.

表 2 2 种机型试验对比结果

机型	平均耕深 (mm)	生产率 (hm ² /h)	耗油量 (kg/h)	幅宽 (mm)
4UMS-900 型	340	0.42	2.4	910
4UMS-390 II 型	320	0.31	1.9	605

4 结论

通过改进设计方案,研制了新型的木薯收获机械,其工作总幅宽可达 1 500 mm,机具入土深度可达 315 mm。经过检测