

再生稻割穗机的设计与性能试验

张国忠¹ 张翼翔¹ 黄见良² 翟康毅¹ 周勇¹ 黄海东¹ 樊啟洲¹

1. 华中农业大学工学院/湖北省现代农业装备工程技术研究中心, 武汉 430070;

2. 华中农业大学植物科学技术学院, 武汉 430070

摘要 以拆除插植装置后的高地隙乘坐式插秧机底盘为动力底盘,在其上增设割台、输送槽、集穗箱以及第二动力等装置,设计一种专用于再生稻穗头收获的高地隙割穗机。对该高地隙割穗机的割幅、生产率、行走功率等主要工作参数进行理论计算,对其螺旋推运器、割台、输送装置等主要工作部件的结构及运动参数进行分析,并试制割幅为1.6 m、理论喂入量为1.8 kg/s的样机。以“两优28”、“黄华占”水稻品种为试验对象,在试验田对该割穗机进行收获及稻茬碾压性能田间试验。结果表明:该机田间碾压率 $\leq 25.15\%$,割茬高度在250~650 mm间无级调节,纯工作效率约为0.24 hm²/h,满足再生稻穗头收获作业要求。

关键词 农业机械; 收获机械; 联合收割机; 分段收获; 高地隙割穗机; 再生稻

中图分类号 S 233.71 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2016)01-0131-06

再生稻是头季稻成熟之后,只收割稻穗(稻株上2/3部位),留下1/3植株和根系,使其再次抽穗二次成熟的一类水稻,其具有充分利用温光资源、一种两收、省种、省工、省水、省药、省秧田、提高土地利用率、增产增收等优点。中国每年约有350万hm²水田适合推广种植再生稻^[1-3]。近年来,中国在水稻收割机技术方面的研发进展迅速,水稻收割机产品质量、作业性能等得到明显改进,随着农业机械购机补贴政策的实施,其拥有量也逐年增加,极大地促进了水稻收获机械化水平的提高,预计2015年中国水稻收获机械化程度将达80%^[4]。然而,与常规稻相比,再生稻头季收割存在如下特殊农艺要求:为保证二次抽穗及提高第二次收获产量,头季收割时留茬高度需 ≥ 350 mm,收割机底盘对残茬碾压面积尽可能小、对残茬碾压程度尽可能轻;头季收割时多为深水田环境下作业,要求收割机田间机动性强、通过性好;头季收割时茎秆粗壮、茎秆和籽粒含水率高、秸秆量大,秸秆切割条件及脱粒条件与普通水稻差别显著,脱粒难度增加,收割机需具备较强湿脱能力;头季收获脱粒后茎秆不能直接抛撒田间残茬之上,以防止后期降雨等造成稻秆腐烂进而影响再生稻头萌发。

现有水稻联合收获机为满足减少接地比压、防止陷车、提高通过性等设计要求,多采用0.4~0.6 m宽的行走履带以及单边制动转向,从而存在田间行走碾压面积大、对割茬碾压破坏严重等缺陷。此外,现有水稻联合收获机主要用于早、中及晚稻的单次收获,多直接将脱粒后秸秆粉碎抛洒于残茬之上^[5-6]。显然这些结构设计不适于再生稻收获要求,从而限制了再生稻种植优势的发挥,对此,部分再生稻种植区不得不采用人工割取稻穗的方式进行收获,由于人工收获劳动强度大、效率效益低下,随再生稻种植面积的不断扩大,再生稻种植区农民对再生稻头季收获机械的需求日益迫切。

近年来,国内外学者对联合收割机整机能量消耗、振动、可靠性等方面进行了研究。如李耀明等^[7]为适应高产水稻脱粒要求,采用割前脱粒的原理研制了4LGT-130型稻麦联合收割机,该机较全喂入式联合收割机减少功率消耗约30%。Veerangouda等^[8]及Vahedi等^[9]对收割机的作业质量、工作效率、作业成本等进行了对比分析。陈树人等^[10]、徐立章等^[11]、王志^[12]对收割机割台、整机振动进行了分析,并阐述了上述振动对收割机可靠性的影响。Baruah等^[13-14]建立了联合收割机的能量需求模型,

收稿日期: 2015-04-16

基金项目: “863”计划子项目(2014AA10A605-8); 中央高校基本科研业务费专项(2014PY043, 2013PY123)

张国忠, 博士, 副教授. 研究方向: 农业机械化与自动化. E-mail: zhanggz@mail.hzau.edu.cn

通信作者: 樊啟洲, 博士, 副教授. 研究方向: 农业机械化与自动化. E-mail: qizhoufan@mail.hzau.edu.cn

并以水稻、小麦为对象,对其进行了应用验证。韩正晟等^[15]为提高收割机工作效率,以减少往复式割台振动为出发点,研制了一种装有齿形链式切割器的高速收割机。这些研究主要针对单季稻收获要求进行,尚未涉及再生稻头季收获田间碾压率、通过性以及湿脱性能等技术需求,目前国内外也尚未见成熟的再生稻头季收割机产品用于田间作业的相关报道。

基于上述现状,基于分段收获有利于简化整机工艺流程从而减少整机质量、减少功率消耗进而减少田间碾压以及减少秸秆在田间残茬上的堆积从而有利于再生稻茬二次萌发的技术思路,笔者研制了一种不具有脱粒、清选及秸秆处理功能,仅完成穗头收获的高地隙再生稻头季穗头收割机,并对其进行田间性能试验,以期开展再生稻联合收获技术研究及再生稻联合收割机结构方案优化研究提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 再生稻割穗机技术方案

针对前述再生稻头季收获高留茬和机动性要求,笔者所在课题组以乘坐式插秧机底盘为动力,进行再生稻割穗机设计^[16-18]。该机总体结构如图 1 所示,主要由插秧机底盘、第二动力、割台、输送装置、集穗箱、液压系统、传动系统等组成。

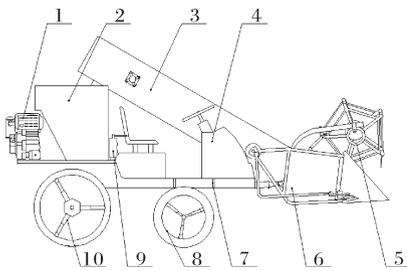


图 1 再生稻割穗机总体方案

1: 风冷柴油机(第二动力) Air-cooled diesel engine (The second power); 2: 集穗箱 Straw tank; 3: 输送槽 Conveyor trough; 4: 行走操作台 Operating station; 5: 拨禾轮 Reel; 6: 割台 Cutting platform; 7: 底盘 Chassis; 8: 前轮 Front wheel; 9: 液压操作台 Hydraulic operating station; 10: 后轮 Back wheel.

Fig.1 Overall scheme of ratoon rice head spike harvester

工作时,插秧机底盘为收割机提供行走动力;割台、输送槽由第二动力通过液压系统驱动并可调节其工作参数;收割机前进时,在分禾器作用下,拨禾轮将待割区内穗头推送至割刀处进行切割,割台螺旋推运器将割下的穗头送至伸缩拨指机构,由其将

穗头以一定速度抛送至输送槽,随后输送槽耙齿将穗头均匀输送至集穗箱,待穗头积满集穗箱后,割穗机将其运至田头交由脱粒设备进行脱粒清选处理。

1.2 主要工作参数

1) 割幅。根据文献^[19-20]以及再生稻在中国的种植分布、田块形式以及水稻收割机喂入量、作业速度及作业功率等要求,按照下式确定再生稻割穗机割幅为:

$$B = \frac{667q\beta}{Av_m} \quad (1)$$

式中: B 为再生稻割穗机割幅, m ; q 为设计喂入量, 确定为 1.8 kg/s ; β 为收割后作物的谷粒率, 经田间取样测定取 0.4 ; A 为再生稻头季平均产量, 取为 $10.5 \times 10^3 \text{ kg/hm}^2$; v_m 为机组平均作业速度, 其随谷草比、亩产量、田块大小、平整度及潮湿程度而确定, 考虑田间作业情况并参考所选择插秧机底盘在水田中的行走速度, 确定再生稻收割机的平均计算作业速度为 $0.5 \sim 1.0 \text{ m/s}$ 。

联合收割机自行开道进行作业时,割幅同时还须满足:

$$B > L + b \quad (2)$$

式中: L 为已选择插秧机底盘轮距, 为 1.4 m ; b 为已选择插秧机底盘行走轮宽度, 为 0.2 m 。

根据式(1)、式(2)确定再生稻割穗机设计割幅 B 为 1.6 m 。

2) 生产率。根据以上割幅和作业速度,按照下式确定再生稻割穗机的纯生产率:

$$Q = 0.36\eta Bv_m \quad (3)$$

式中: Q 为纯生产率, hm^2/h ; η 为收获时间适用系数, 按照文献^[19], 稻田取 0.6 ; v_m 为机组平均作业速度, 为 $0.5 \sim 1.0 \text{ m/s}$, 从而得到再生稻割穗机的纯生产率 Q 约为 $0.18 \sim 0.36 \text{ hm}^2/\text{h}$ 。

3) 行走功率。联合收割机行走所需功率随田间土壤、地形、行走速度和作业情况而变化,需充分考虑到负荷最重时的情况,其中行走部分功率与机器前进速度、机身承载质量以及作业时土壤情况等有关,可由下式确定^[19-20]:

$$P_x = \frac{mgv_m f}{1000\eta} \quad (4)$$

式中: P_x 为收割机行走功率, kW ; m 为收割机满载质量, kg , 约为 950 kg ; g 为重力加速度, 9.8 m/s^2 ; v_m 为联合收割机的作业速度, 为 $0.5 \sim 1.0 \text{ m/s}$; f 为滚动摩擦系数, 橡胶轮胎在湿软地取 0.3 ; η 为行走装置的传动效率, 取 0.85 。考虑作业

环境为湿软土壤,计算获得行走所需功率 P_x 为 3.3 kW。

4)动力配备。现有普通水稻收割机整机行走、收割、输送、脱粒、筛选乃至秸秆粉碎等工作部分的动力消耗均由一台发动机提供,存在传动复杂、传动路线长、传动效率低等缺点。本再生稻割穗机结合底盘特点,采用双动力联合工作方案:主动力为插秧机底盘自带的 9.5 kW 汽油机,为整机提供行走、液压转向以及割台升降动力,保障整机田间行走顺畅;第二动力为增设的 KM186F(A)型 6.3 kW 风冷柴油机,其单独安装于底盘上,为切割器、拨禾轮、螺旋推运器、输送器提供动力。

1.3 主要工作部件

1)底盘。经比较后选择井关 PG6 型高地隙轻型插秧机的底盘作为再生稻割穗机底盘,其具有质量轻、振动小、噪音低等优点,四轮驱动,具有离地间隙 350 mm、前后轮轴距 1 250 mm、左右轮距 $\leq 1 400$ mm(可调)等结构特点,同时其采用液压无级变速(HST)技术,由一根操纵杆控制进退换向及无级变速,转弯灵活,作业效率高,安全可靠性好,操纵、控制方便。为满足收割机部件的布置要求,拆除了该机插秧机插植部件并对后部液压升降机构及支撑架进行改装,整改后的底盘三维结构如图 2 所示。

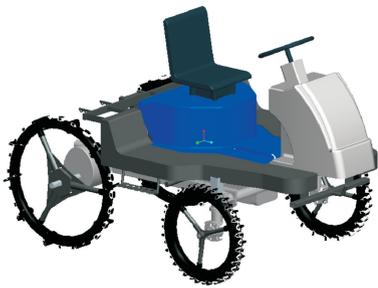


图 2 整改后插秧机底盘

Fig.2 Three-dimensional model of modified transplant chassis

该底盘最大输出功率 9.5 kW,前述理论分析计算表明,再生稻割穗机行走功率约为 3.3 kW,可见该底盘满足再生稻深泥脚作业要求,并具有较强抵抗陷车等情况的能力,田间通过能力良好。

2)螺旋推运器。螺旋推运器将整个割幅内割下的谷物推运至割台出口并喂入输送槽,其主要由筒体、螺旋叶片和输送槽入口处的偏心伸缩扒指组成。为避免秸秆缠绕,螺旋推运器筒体直径设计为 $\Phi 300$ mm,螺旋叶片直径设计为 $\Phi 500$ mm。工作时,为

防止作物横向输送不均匀或堵塞,并保持筒体两端输送量基本均衡,输送螺旋由长短两段构成,其长段螺旋位于割台右侧,总长 1 180 mm,螺距设计为 350 mm;短段螺旋位于割台左侧,总长为 180 mm,螺距设计为 100 mm。2 段螺旋旋向相反,可使割台下割下的作物穗头被滚筒及螺旋叶片集中推至伸缩扒指处。输送螺旋滚筒转速设计为 150~200 r/min。偏心伸缩扒指共 4 组,每组由 4 个扒指组成,每组扒指并排铰接于扒指轴上。工作时,扒指随滚筒转动至前方时前端从滚筒体对应孔伸出,抓取并向后拨送割台上集中的谷物;旋转至后方时,收回筒体内,避免回草^[20]。扒指轴中心与螺旋筒中心的偏心距及扒指长度分别设计为 65、225 mm。

3)拨禾轮。针对再生稻种植密度大、植株高大、秸秆量大等特点,设计了由 5 根弹齿组成的偏心式拨禾轮,其由轮轴、辐盘、弹齿轴、弹齿、压板、偏心环和支撑滚轮等组成。拨禾轮正常工作条件是机器前进速度与拨禾轮弹齿圆周速度比值 $\lambda > 1$,即弹齿运动轨迹能形成环扣,在环扣最大横弦下方的运动轨迹段才能起拨禾、推禾作用,为防止禾秆的惯性作用及打击落粒,取 $\lambda = 1.6$ ^[20]。

拨禾轮半径由作业对象株高、割断禾秆重心位置及拨禾速比决定:

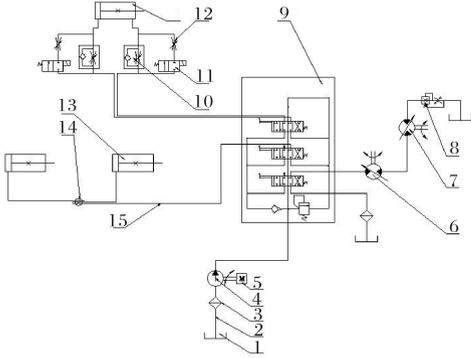
$$R \leq e / (\lambda - 1) \quad (4)$$

式中: R 为拨禾轮半径,mm; e 为作物切断部分重心位置与穗头尖端的距离,取 180 mm。拨禾轮半径设计为 450 mm,弹齿轴长 1 515 mm,弹齿长 200 mm。根据机器的前进速度,计算出拨禾轮转速为 34 r/min。

4)输送装置。采用调节方便、防堵性能强的链耙式输送器对含水率高的再生稻秆茎进行均匀输送。根据文献[19],选取两排 NJ1069-75 型套筒辊子链,在其上固定高 30 mm、厚 3 mm、长 290 mm 的 L 形齿板。输送速度设计为 4 m/s,耙齿与底板间隙 10~15 mm,输送器从动端与割台螺旋输送器之间的间隙设计为 60 mm,以保证作物及时被耙齿抓取、输送。输送器主动轮与集穗箱间隙为 30 mm,使得谷物可以顺利落入集穗箱。

5)液压系统。本机采用 2 套动力系统,其中行走、液压转向由底盘自带主动力提供;切割器、拨禾轮、螺旋推运器、输送器等部件由第二动力机通过液压系统进行传递和控制^[21]。割穗部分液压系统由动力机、油箱、过滤器、液压油泵、单向阀等组成,实

现割台和拨禾轮的升降调节、割台各部件及输送槽的机械运转,其组成如图 3 所示。



1:油箱 Oil trunk; 2:耐压钢管 Steel pipe; 3:过滤器 Filter; 4:液压泵 Pump; 5:动力机 Engine; 6:马达 I Motor I; 7:马达 II Motor II; 8:调速阀 Speed regulator valve; 9:多路阀 Multiway valve; 10:单向节流阀 One-way restrictive valve; 11:二位二通电磁阀 Solenoid valve; 12:可调节流阀 Throttle valve; 13:割台主油缸 Cylinder of the header; 14:拨禾轮油缸 Cylinder of the reel; 15:三通管接头 Union tie.

图 3 液压系统方案

Fig.3 Scheme of hydraulic system

上述液压系统通过第二动力机为液压泵提供动力,液压泵输出压力油至多路阀(多路阀是手动换向阀、单向阀和溢流阀的集成),由多路阀将主油路分成三条支油路分别驱动和控制割台主油缸、小油缸、液压马达 I 和液压马达 II,以驱动和控制收割机的作业及割台部分的升降。其中第一条支油路由多路阀与调速阀、液压马达 I、马达 II 连接构成,液压马达 I 通过三角胶带为割台提供动力,液压马达 II 通过链条传动为输送部分提供动力。第二条支油路由多路阀与二位二通电磁阀、割台主油缸相连接构成,通过二位二通电磁阀,用以控制油缸伸缩速度。第三条支油路由多路阀与三通管接头、2 个小油缸相连接构成,小油缸控制拨禾轮的高度;油缸柱塞伸长依靠油泵油压力,回程时由拨禾轮自身重力压缩卸载。

6)整机三维结构。采用 Pro/E 软件对割穗机底盘、割台、输送槽等部件进行三维建模,以底盘为基准,对各部件进行了装配^[22],整机外形尺寸长×宽×高为 4 350 mm×1 750 mm×2 400 mm,其三维结构如图 4 所示。

1.4 试验条件与方法

1)试验条件。为检验整机方案的合理性并测定其碾压性能,2013 年 9 月至 10 月在华中农业大学校内再生稻种植基地进行了田间试验。收获总面积 0.3 hm²,田间试验条件如表 1 所示。

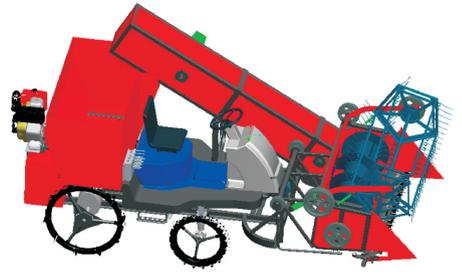


图 4 割穗机三维结构

Fig.4 3D model of ratoon rice head spike harvester

表 1 试验条件

Table 1 Environment parameters of field test

试验条件 Conditions	9 月 21 日 Sep.21	10 月 10 日 Oct.10
水稻品种 Varieties	两优 28 Liangyou28	黄华占 Huanghuazhan
土壤坚实度/kPa Soil firmness	1 081.21	1 898.55
土壤含水率/% Soil moisture	25.56	19.71
水稻种植密度/(株/m ²) Rice cultural intensity	340.33	360.00
平均穴株数/(株/穴) Average quantity per hole	10.66	14.13
秆茎含水率(湿基)/% Stalk moisture (wet)	57.91	44.07
水稻自然生长高度/mm Plant height	870	808
千粒重/g 1 000-seeds mass	25.17	23.36

2)评价指标。目前对再生稻割穗机碾压性能的评价尚无统一标准,因此,本研究提出以碾压宽度和碾压率进行评价。

①碾压宽度。碾压宽度指割穗机行走轮在田间行走后,轮辙所碾压稻茬的横向宽度的平均值,其评价方法为沿割穗机行进方向在 20 m 长度内,随机取 12 个点,测定行走轮碾压的稻茬横向宽度,剔除极大值、极小值后,取其平均值,其计算公式如下:

$$\bar{G} = \frac{\sum_{i=1}^{10} G_i}{10} \quad (5)$$

式中, \bar{G} 为平均碾压稻茬宽度,mm; G_i 为随机碾压稻茬宽度,mm。

②碾压率。由于试验用再生稻割穗机采用插秧机底盘为动力底盘,前后行走轮同距,因此,碾压率采用下式计算:

$$R = \frac{2\bar{G}}{B} \quad (6)$$

式中, R 为碾压率,%; B 为设计割幅,1.6 m。

2 结果与分析

再生稻割穗机田间性能试验结果如表2所示。

表2 试验结果

Table 2 Field performance test results

性能参数 Performance parameter	9月21日 Sep.21	10月10日 Oct.10
行走速度/(m/s) Walking speed	0.45	0.37~0.69
留茬高度/mm Stubble height	250~650	280~650
碾压宽度/mm Pressing width	182.5~220	133.7~161.3
碾压率/% Pressing rate	25.15	18.43

对比表1,试验结果表明土壤坚实度较高时,整机下陷量小,轮辙变浅,行走轮对轮辙两侧土壤影响减小,进而对稻茬的碾压宽度减小,致使碾压率降低。该机外形如图5所示。



图5 再生稻割穗机样机

Fig.5 Prototype of ratoon rice head spike harvester

3 讨论

为实现再生稻头季机械化收获,以拆除插植装置后的高地隙乘坐式插秧机底盘为动力底盘,在其上增设了割台、输送槽、集穗箱以及第二动力等装置,设计了一种专用于再生稻穗头收获的高地隙割穗机。对该机割幅、生产率、行走功率等主要工作参数进行了理论计算,对其螺旋推运器、割台、输送装置等主要工作部件的结构及运动参数进行了分析,并试制了割幅为1.6 m、理论喂入量为1.8 kg/s的样机。在华中农业大学校内试验基地以行走速度、割茬高度、碾压率等为评价指标对该机进行了作业性能试验,结果表明:该机作业速度0.37~0.69 m/s,割茬高度250~650 mm,碾压率 \leq 25.15%,纯小时工作效率0.24 hm²/h,满足再生稻头季穗头收获要求;该机采用液压驱动割台上下移动,收穗后残茬高度在250~650 mm之间无级调节,故而也可用于普通水稻收获,从而扩大该机的作业范围进而提高该机使用经济效益^[23]。

该再生稻割穗机采用水田行走轮,其宽度小于

一般行走履带,并且采用前轮导向转弯方式,整机转弯半径小,避免了履带式转向结构造成的田头转弯对稻茬的过度碾压,如采取沿水稻行间行走的方式进行收获,其碾压率还可进一步减少,从而有利于提高再生稻后季的萌穗率和产量。田间试验还表明,该机存在质量偏大以及由于水稻穗头流动性差导致在输送槽作用下送入集穗箱后还需要人工辅助以促进其均匀充满集穗箱等不足,需在后续研究中持续改进。同时,为提高再生稻收获机械化水平,进一步降低劳动强度,以本研究为基础,急需开展具有脱粒、清选、筛分、秸秆切碎抛洒等功能的高地隙低碾压再生稻联合收割机研究。

参 考 文 献

- [1] 易镇邪,屠乃美.再生稻研究的现状与展望[J].作物研究,2002(S1):230-234.
- [2] 朱校奇.超级杂交稻再生特性及其生理基础研究[D].长沙:中南大学图书馆,2008.
- [3] 刘正忠.再生稻头季机收关键技术分析[J].农业科技通讯,2013(4):118-120.
- [4] 刘秀斌,刘正忠,罗美玉.再生稻头季机收留桩高度试验初报[J].福建农业科技,2014(5):13-15.
- [5] 王岳,曹扬,夏晓东,等.双季稻区收获农艺及先进适用联合收割机型谱[J].农业工程学报,2002,18(2):68-71.
- [6] 李显旺.我国水稻联合收获机械的发展现状及前景[J].中国农机化,2006(1):38-40.
- [7] 李耀明,陈树人,张际先.4LGT130型稻麦联合收割机的研究[J].江西理工大学学报,2000,21(2):10-13.
- [8] VEERANGOUDA M, SUSHILENDRA, PARKASH K V, et al. Performance evaluation of tractor operated combine harvester[J]. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 2010, 23(2):282-285.
- [9] VAHEDI A, GHASEMPOUR A M. Farm study of harvester machinery performance in rice harvesting operation and comparison with traditional method[J]. Ecology, Environment & Conservation, 2008(14):667-672.
- [10] 陈树人,卢强,仇华铮.基于LabVIEW的谷物联合收割机割台振动测试分析[J].农业机械学报,2011,42(S1):86-89,98.
- [11] 徐立章,李耀明,孙朋朋,等.履带式全喂入水稻联合收获机振动测试与分析[J].农业工程学报,2014,30(8):49-55.
- [12] 王志.联合收割机可靠性问题的研究[J].农业机械学报,2002,33(2):44-46.
- [13] BARUAH D C, PANESAR B S. Energy requirement model for a combine harvester, Part I: Development of component models[J]. Biosystems Engineering, 2005, 90(1):9-25.
- [14] BARUAH D C, PANESAR B S. Energy requirement model for combine harvester, Part II: Integration of component models[J]. Biosystems Engineering, 2005, 90(2):161-171.

- [15] 韩正晟,赵武云,杨天兴.4GG-170 型高速收割机的试验分析[J].农业机械学报,2005,36(12):56-59.
- [16] 李杰,阎楚良,杨方飞.基于虚拟样机技术的联合收获机切割机构的仿真[J].农业机械学报,2006,37(10):74-76,135.
- [17] 谢斌,李静静,鲁倩倩,等.联合收割机制动系统虚拟样机仿真及试验[J].农业工程学报,2014,30(4):18-24.
- [18] 张国忠,彭少兵,黄见良,等.高地隙水稻收割机[P].中国:ZL2014201420814,2014-03-27.
- [19] 中国农业机械化科学研究院.农业机械设计手册(下册)[M].北京:中国农业科学技术出版社,2007:893-992.
- [20] 李宝筏,区颖刚,宋建农.农业机械学[M].北京:中国农业出版社,2003:155-158.
- [21] 魏喜新,刘乃舜,解宁.液压技术手册[M].上海:上海科学技术出版社,2013:66-69.
- [22] 李耀明,孙朋朋,庞靖,等.联合收获机底盘机架有限元模态分析与试验[J].农业工程学报,2013,29(3):38-46.
- [23] 王振成,王立盛,宋世雄.水稻联合收割机应用效益分析[J].农业科技与装备,2008,6(3):90-91.

Designing and performance testing a novel head spike harvester of ratoon rice

ZHANG Guozhong¹ ZHANG Yixiang¹ HUANG Jianliang²
ZHAI Kangyi¹ ZHOU Yong¹ HUANG Haidong¹ FAN Qizhou¹

- 1.College of Engineering, Huazhong Agricultural University/Modern Agricultural Equipment Engineering Technology Research Center of Hubei Province, Wuhan 430070, China;
2.College of Plant Sciences and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

Abstract A prototype of head spike harvester was designed based on a transplanter with high ground clearance and without transplanting device. The harvester was used to harvest ratoon rice in field. The harvester contained helix transport, cutting platform, conveyor trough, grain tank and the second power. The parameters of structure and motion were calculated based on the agronomic requirements of ratoon rice in China. Its cutting width is 1.6 m and feeding amount is 1.8 kg/s. The three dimensional model of the harvester was designed by Pro/E. The performance test of the prototype harvester was conducted in the experiment farm on Huazhong Agricultural University campus. Rice varieties were “Liangyou28” and “Huanghuazhan”. The soil firmness was 1 081.21 kPa and 1 898.55 kPa, respectively. The soil moisture content was 25.56% and 19.71%, respectively. The results showed that the mass distribution and equilibrium ability of prototype harvester was well. The rate of stubble pushing was less than 25.15%. The stubble height can be adjusted from 250 mm to 650 mm. The pure field work efficiency was more than 0.24 hm²/h meeting the practical requirements.

Keywords agricultural machinery; harvester; combine harvester; segmenting harvest; head spike harvester with high ground clearance; ratoon rice

(责任编辑:陆文昌)