

# 双季稻区收获农艺及先进适用联合收割机型谱

王 岳<sup>1</sup>, 曹 扬<sup>2</sup>, 夏晓东<sup>3</sup>, 施午明<sup>2</sup>, 殷寿田<sup>2</sup>, 杨耀武<sup>2</sup>, 蒯 杰<sup>2</sup>

(11 中国农业机械化科学研究院; 21 江苏锋陵集团泰州现代农业装备有限公司; 31 南京农业机械化研究所)

**摘 要:** 分析了双季稻区收获农艺的 4 种区域性特点以及市场的多层次需求; 介绍了国内外双季稻区用联合收割机的现状和发展趋势; 阐述研究开发双季稻区先进适用联合收割机需解决的 4 项技术关键; 提出新产品系列的基本模块: 通用底盘, 全喂入、割前脱、半喂入 3 种收获工作部件; 策划发展型谱。

**关键词:** 双季稻; 收获农艺; 联合收割机

中图分类号: S22514

文献标识码: A

文章编号: 100226819(2002)0220068204

## 1 我国双季稻区收获农艺及市场需求

我国可分成 3 类稻作区。第一类是单季稻区, 第二类为稻麦两熟区, 第三类为双季稻区。双季稻区的种植面积近 2 200 万  $\text{hm}^2$ , 总产量约 116 亿 t, 各占全国的 263 以上。覆盖浙、闽、粤、琼、赣、鄂、湘、桂、川、渝、云、贵等省、市、区。其中湘、赣、粤、鄂、桂五省区的种植规模位居全国前五名, 正如古谚所云: “湖广熟, 天下足”。然而水稻主产区的收获机械化程度最低, 至 2000 年, 湖南省、江西省水稻机收率仅约 3%; 广西约 114%; 广东省是经济强省, 但联合收割机的保有量也仅 3 200 台, 机收率仅约 516%, 全国水稻机收率已达 15%。水稻主产区远远落在后面的主要原因是现有水稻收获机械产品不能适应这些地区的要求。我国双季稻区覆盖十几省, 自然环境、农艺要求、经济条件差异很大, 因而对联合收割机机型的要求也必然有所不同, 从而形成不同的市场需求和层次, 大体可划分 4 个区域。

1) 东部沿海双季稻区, 浙江以富春江为界, 北侧以单季稻为主, 南侧以双季稻为主。随着产业结构调整深入, 浙江省早稻种植面积显著减少。这一带多砂壤土, 水利条件好, 大部分泥脚深不到 250 mm, 且有硬底层, 作物自然高度 70~ 80 cm, 经济条件较好, 农户不强求茎秆完整。因此全喂入履带式联合收割机发展迅速, 从 1996 年起, 短短五六年, 联合收割机的机收率高达 87%, 沿海市县甚至已达 100%。目前已进入更新期, 无级变速的机型开始受青睐, 而日本半喂入机型虽也有些市场, 但因投入产出比过小, 不受欢迎。福建省沿海部分双季稻区与浙江类同, 这几年全喂入联合收割机的市场发展很快。

2) 南部沿海双季稻区以广东省为例, 多台风, 雨水大, 茎秆湿, 半黏性土壤, 收早稻时地表积水或湿软, 深泥脚田多, 且多无硬底层; 作物自然高度 80~ 90 cm, 较多倒伏, 现推广的优质米品种的籽粒连接力较大, 农户不要早稻茎秆, 而对晚稻茎秆则要求完整, 多炊用, 比较适于半喂入联合收割机作业, 因而主要在推广半喂入联合收割机, 但投入产出比过小的日本半喂入机型市场并不看好。这两年各级政府虽补助力度很大, 农户只需出 10 万元就可购机, 但作业两年后的维修费用十分昂贵, 极大影响购机欲望。不少广东用过两年的二手机还被销往苏皖, 因而广东省的联合收割机保有量不多, 机收率仅是 516%, 与经济强省地位极不相称。福建西部、海南、广西东南部与广东的自然条件、农艺要求相近, 也较为适宜半喂入联合收割机作业, 但经济条件多不如广东, 机收率更低。在这一地区不需稻草炊用的城郊等地, 也接受可低茬作业的全喂入联合收割机。总之, 这一地区急需解决的是高投入产出比的半喂入联合收割机。

3) 中部内陆双季稻区, 覆盖洞庭湖、鄱阳湖流域, 以湖南、江西为典型, 包括湖北南部、安徽南部。收早稻时气温高, 雨水多, 茎秆湿, 这一区域, 黏性土壤, 泥脚多在 250 mm 左右深, 多无硬底层, 收早稻时有的地方根本不放水, 晚稻收前放水晾田, 但一遇雨水, 地表很快软化; 即使在丘陵地带, 每层水田落差约 20 cm, 岗上田放水地表能干, 岗下几层, 水放不干, 地表常年湿软; 加之田埂较高, 地多不规则, 近坑塘、沟渠的地方秧田泥脚更深, 联合收割机作业时极易陷车。因此不仅要求联合收割机能在有表水、无表水情况下都有很好的通过性, 而且还有足够的陷车自救能力; 不要求早稻茎秆完整, 但希望茬低, 茎秆短, 以便耕耙田地, 及时种植晚稻。对于晚稻则要求茎秆完整, 以便炊用; 作物自然高度多为 60 cm 左

收稿日期: 2001210208 修订日期: 2002201220

作者简介: 王 岳, 博士, 教授级高工, 北京市德胜门外北沙滩 1 号 中国农业机械化科学研究院, 100083

右,籽粒极易脱落,倒伏不很严重。这一地区农村总体经济条件较差,由于炊用需草的农户不接受全喂入机型。而推广半喂入联合收割机,因扶禾损失过大,价格过贵,又难于实现,没有适用的机型,机收率最低,仅约3%。从该地区近年召开的收获演示会上看,割前脱联合收割机较适合这一带的农艺要求。割前脱联合收割机的损失率和收倒伏能力介于全喂入和半喂入之间。由于埂高,地块不规则,邻田作物过近,采用后排草方式的割前脱机型比侧排草机型更为适宜。当然投入产出比高,且扶禾损失小的半喂入联合收割机在这一地区也会受欢迎。其中在不需稻草炊用的城郊等地,也接受可低茬作业的全喂入联合收割机。

4) 西部双季稻区,由于地势高,双季稻种植面积不大,其中仅落差大的地块,泥脚较深。自然资源丰富,炊用稻草要求不强烈,对于机型没有过多限定。经济条件较差,对价格、投入产出比要求高,因此价廉的全喂入机型,将首先被接受。

## 2 国内外研发双季稻联合收割机的现状及趋势

### 2.1.1 关于半喂入联合收割机

为了适于我国双季稻区收获,日本一些株式会社做了不少工作:

深泥脚田通过性方面:

a1 为减轻重量,降低成本取消了扩散筒等结构,降低了含杂指标。

b1 日本有些机型采用液压双泵双马达的转向方式,转弯半径为零,能减少地表破坏,但过于笨重,成本过高,在中国销售的机型没有采用这种结构,并且去掉了履带高度升降机构,这套机构对无硬底层深泥脚田无明显作用。

c1 试装宽履带,以降低接地比压,但履带超过割刀宽度,影响自行开道作业,故没有用到产品上。

d1 支重轮改为悬臂式,减少了泥草缠堵现象。

以上措施并未能彻底解决双季稻区的深泥脚田行走问题。

茎秆前、后处理方面

a1 收籽粒易落的矮秆籼稻时,扶禾损失过大,采用增大调节扶禾链速范围的方式,但效果有限。

b1 茎秆采用条铺、堆放、切碎可切换的先进适用技术,但圆盘切草刀的使用寿命仅约1 000 h。

c1 正在进行简化割台结构和切割器增加护刃器的试验,以减轻重量,改进适应性。

湿收方面

将编织凹板筛更换成冲制方孔筛,但湿收时堵

塞现象改善有限,只是便于冲洗保养。采取冲制方孔筛后,收粳稻时,带柄率明显增加。

可靠性方面

依靠做工精良、材质稳定,日本机的可靠性是较好的,但是出粮搅龙叶片、脱粒入口处钢板寿命也仅约1 000 h。

韩国联合收割机进入中国市场较迟,目前尚无精力开发双季稻区市场。

20世纪70年代我国研制半喂入联合收割机曾掀起高潮,至今刚刚拓开单季稻区的市场,双季稻区未能触及。

国内自行研发的半喂入联合收割机的技术局限于上平脱和侧脱方式,生产率增加,指标就控制不住。

仿日本洋马机型的太湖21450,重要配套件依靠进口,制造工艺方面有较大投入,产品质量有所提高,但价格比较高,仅占据了少部分单季稻区市场,尚未进军双季稻区。

近年来,有数家企业仿制久保田机型,产品指标都能达到标准要求,但至今未能大批生产。其原因主要是工装、制造工艺未上档次,可靠性问题没解决。最早仿制久保田PRO 481的厂家,已投入了数百万元工装模具,但仍未解决搅龙堵塞、振动筛开裂、伞齿轮早期损坏等问题,而这样仿制的机型,机重和成本降不下来,进不了双季稻区的市场。

### 2.1.2 关于全喂入联合收割机

欧美、日本的全喂入机型均过大过重,双季稻产区很少使用。国内研发全喂入机型进行了很多工作。

湖南省为了解决双季稻区收获问题,近十年来先后推出了数十种基本属于全喂入机型的收割机。在湖南召开的多次全国水稻收获演示会上,都有湖南机型获金奖,其行走底盘多是由耕整机、手扶拖拉机改装而来,不适于无硬底层的深泥脚田。在设计思想上追求简价廉:二人能抬起,家家可购置。这类机型至今也没有被市场接受。收割机不同于家电产品,而是经营致富的工具,过于简单,过于轻廉就无法满足不断提高了的作业指标和生产效率的要求,就没有市场。

江浙一带产的履带式全喂入联合收割机近两年技术水平有了较大提高,尤其在降低含杂率方面接近国外半喂入机型的水平,已在湖南、江西等双季稻区经济较富裕的地方销售300余台。去年在湖南省召开的全国水稻跨区机收现场会上,江苏锋陵集团泰州现代农业装备有限公司的4LL 2118型机在生产效率、湿收能力等方面也接近甚至超过了毗邻的半喂入机型。这些机型的共同缺陷是:

在泥脚 250 mm 的深泥脚田里尚不能正常工作。不能提供完整的茎秆。茎秆虽打烂,但粉碎程度不够,且大多数机型割茬偏高。收倒伏作物时,损失偏大,生产效率过低。

### 213 关于割前脱联合收割机

20 世纪 70 年代,英国锡尔索研究所发明了梭式梳捋板之后,二十多年仅仅生产了几百台,用于干旱的中欧粗放作业的地区。90 年代后期我国引进了谢尔本公司生产的梳捋头取代割台,安装在传统的大型联合收割机上。由于生产效率高,故障少,受到一些农场欢迎。但在广大农村不接受这种机型,其原因:损失大,茎秆不处理,梳捋头过重,伸量过大,机具庞大不灵活。这样的机器根本不能进入双季稻产区。

全国有数十家研制割前脱机型,最后趋于相近模式:采用英国谢尔本的梳捋方式,研究重点是减少损失;采用立式割晒机切草,机侧铺放,或摆臂式割台切草,机下铺放,研究重点是适应性。通过科研鉴定的不下十家,交到用户手上试用的仅两家。一家是天同神农,一家是江苏锋陵集团泰州现代农业装备有限公司。江苏锋陵集团泰州现代农业装备有限公司的割前脱机型设计思想较为超前,梳捋头内置风机,全封闭,刮板回收;向后输送完整茎秆,可条铺,可堆放,可切碎,切换方便。但目前这两种机型尚不能在泥脚 250 mm 的水田里正常作业;两种机型控制损失的方法相近,性能指标相当;两种机型的收倒伏能力均不如半喂入机型。

## 3 双季稻区用联合收割机的关键技术

调查分析认为,研究开发双季稻地区先进适用收获机械需攻克以下 4 方面关键技术。

### 311 深泥脚水田行走技术

包括:深泥脚田行走减压减阻技术;深泥脚田履带差动转向技术;底盘及工作部件轻量化技术;减少粘泥、挂草技术;动力增压扩功技术;过埂仿形技术;陷车自救技术。

### 312 茎秆的前、后处理技术

包括:半喂入扶禾高度调节技术;割前脱茎秆倾斜状态夹持切割技术;全喂入二次切割分向输送技术;全喂入收倒伏茎秆技术;割前脱后送排草技术;半喂入、割前脱排草口水平喂入甩刀切碎技术;全喂入排草口高速喂入甩刀切碎技术;排出茎秆条铺、堆放、切碎、切换技术。

### 313 湿收技术

包括:潮湿疲软作物前倾状态下的无扶禾切割技术;潮湿疲软作物输送过程中的防缠、防回带

技术;潮湿疲软作物脱粒过程减少功耗技术;潮湿疲软作物脱粒过程中凹板防堵塞技术;潮湿脱出物的清选筛面防堵塞技术;潮湿杂余物的防堵塞、减少功耗技术。

### 314 可靠性技术

包括:国产柴油机防开锅技术;国产液压无级变速器的选型及使用技术;国产液压元件的选型及使用技术;替代进口皮带的技术;输送链条、传动链条技术;紧固件技术;工作部件试检、调整技术(规范和设备);底盘的试检、调整技术(规范和设备);整机的试检、调整技术(规范和设备);必备的安全保护和报警装置:割台撞沟埂;输送、卸粮、杂余搅龙过载;柴油机启动、过载。

## 4 产品系列基本模块

研究开发适合双季稻地区内不同自然环境、农艺方式和经济条件的联合收割机新产品系列宜采用模块化设计方法,基本模块可划分为:深泥脚水田履带自走式通用底盘和半喂入、割前脱、全喂入 3 种收获工作部件。面向不同市场层次,提供不同组合的外形小,重量轻,性能高,价格廉的履带自走式水稻联合收获机。通过技术创新,重点攻克我国双季稻产区深泥脚田通过性差的难题,以及茎秆的前、后处理;潮湿作物收获;可靠性差的问题。参见示意图 1。

## 5 发展型谱

### 511 型谱体系

前述履带自走式通用底盘模块和 3 种收获工作部件模块是解决双季稻地区联合收获机的基本模块,针对双季稻地区的不同市场层次,以基本模块不同组合推出系列产品,形成双季稻收获机械的型谱体系。

1) 小型系列:简化结构,售价减少 30%。针对丘陵地区,经济欠发达地区的市场。

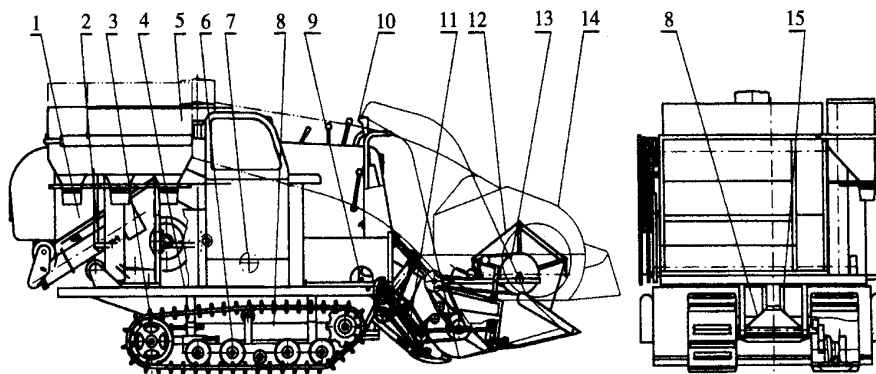
2) 大型系列:完善结构,售价增加 50%。针对集约化生产地区,东南亚地区的市场。

3) 豪华型系列:基本模块+自动化、智能化技术,售价增加 80%。针对更新换代群体市场。

以上各系列均可多功能综合利用,安装附件,可收获油菜籽、大豆;配套驱动型机具,可做水田旋耕、开沟、灭茬、埋草、耙耱、起浆等作业。

### 512 基本参数

1) 小型系列:动力 485 型发动机(增压),机械变速,割幅 1 400 mm 左右,生产效率约每米割幅 0115 hm<sup>2</sup>·öh。



11 脱粒部件 21 清选部件 31 导向轮 41 底盘上架 51 卸粮部件 61 支重轮 71 柴油机 81 船托板  
 91HST 液压无级变速器 101 机械 液压联动手柄 111 全喂入下割台部件 121 全喂入上割台部件  
 131 半喂入割台部件 141 割前脱梳捋头部件 151 差动齿轮箱  
 图 1 履带自走式通用底盘及 3 种联合收割机工作部件

Fig 1 A caterpillar-track self-propelled all-purpose's chassis and three types of harvesting machine parts

2) 大型系列: 动力 495 型发动机(增压), 液压变速, 割幅 2 000 mm, 生产效率约每米割幅 0.13 hm<sup>2</sup>/h。

3) 豪华型系列: 动力 490 型发动机(增压), 液压变速, 割幅 1 600 mm 左右, 生产效率约每米割幅 0.122 hm<sup>2</sup>/h。

[参 考 文 献]

[1] 王 岳等 试论南方水稻收获工艺和联合收割机选型[J]. 农业机械学报, 1997.  
 [2] 陈德义等 双季稻地区机械化收获工艺及新型联合收割机研制[R]. 《九五》攻关课题子专题验收资料, 2000.  
 [3] 胡建良等 捋穗式联合收割机研究报告[R]. 鉴定资料, 2000.

## Harvesting Technology in Double-harvest Rice Regions and R & D of Combine Harvesting Machine

Wang Yue<sup>1</sup>, Cao Yang<sup>2</sup>, Xia Xiaodong<sup>3</sup>, Shi Wuming<sup>2</sup>, Yin Shoutian<sup>2</sup>, Yang Yaowu<sup>2</sup>, Kuai Jie<sup>2</sup>

(1Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, Beijing 100083, China;

2Nanjing Research Institute for Agricultural Mechanization, Nanjing, China;

3Jiangsu Fengling Taizhou Agricultural Mechanization Co. Ltd, China)

**Abstract:** This paper discusses the four regional characteristics about the harvesting technology of double-harvest rice, and different demands in the market. The present situation and developing tendency of combine harvesting machine in double-harvest rice area in domestic and international are introduced. Four key technology points in designing new combine harvester clarified. The advanced and suitable production method for combine harvesting machine: a caterpillar-track self-propelled all-purpose's chassis, and three types of harvesting machine parts; the head-feed thresher, the whole-feed thresher; the thresher before cutting, is listed. It also points its developing direction in the near future is also pointed out.

**Key words:** double-harvest rice; harvesting technology; combine harvester