

# 新型多功能秸秆粉碎还田回收机的设计

张佳喜, 王学农, 陈 发, 蒋永新, 牛长河

(新疆农科院农机所, 乌鲁木齐 830091)

摘 要: 目前, 农作物秸秆这一生物资源越来越被人们所重视, 但是目前秸秆粉碎机具按功能可分为秸秆还田和秸秆回收两种, 功能单一, 为了使秸秆粉碎能满足还田及回收的要求, 新疆农科院农机所研制了一种新型的秸秆粉碎还田回收机, 结构简单, 功耗小, 可完成多种作物秸秆的粉碎还田及回收, 通过简单的转换装置既可以完成秸秆粉碎还田, 在不需要风机的情况下, 凭借甩刀的击打力及其产生的风力又可以完成秸秆粉碎回收, 试验证明此种机具基本能够满足秸秆粉碎还田及回收作业的要求。

关键词: 农业工程; 秸秆粉碎; 还田; 回收

中图分类号: S220. 2 文献标识码: A 文章编号: 1001- 4330( 2008) S2- 0145- 04

## Design of New and Multifunctional Field Straw Recovery Chopper

ZHANG Jia- xi, WANG Xue- nong, CHEN Fa, JIANG Yong- xin, Niu Chang- he

(Institute of Agricultural Mechanization , Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China)

**Abstract:** At present, more and more people pay attention to straw resources. The field straw machine includes two types of chopper for mulching and reclaiming, but their function are simplex. In order to reach the requirement for mulching and reclaiming, a new type of field straw chopper machine has been developed in our institute. It's structure is simple and need a little power. The function of field straw chopping and mulching can be realized through the switch device. It needn't fan to meet the demands of field straw chopping and reclaiming under the beating and wind which created by blade. The experiment has proved that this machine meets the demands of mulching and reclaiming.

**Key words:** agricultural engineering; field straw chopping; mulch; reclaim

秸秆是农作物的主要副产品, 也是工农业的重要生物资源。搞好农作物秸秆的综合利用, 对于一个人口众多而农业资源相对短缺的国家, 在大力提高资源利用率的同时, 保护生态与环境, 是整个农业可持续发展的一项战略措施。

机械化秸秆粉碎还田技术早在 20 世纪 60 年代初国外就开始应用于生产了。国内机械化还田回收起源于 80 年代, 发展速度较慢, 主要开发的产品是与中小型拖拉机配套使用的秸秆粉碎还田机具, 这些机具对农业的增产增收发挥了重要作用, 但还存在一些问题, 如现有的秸秆粉碎机有直接还田和回收两种, 无法满足秸秆既可以还田又可以回收要求。另外, 秸秆粉碎回收机都带有风机, 这就造成成本高, 功耗大等缺点。为此研制了一种结构合理、功耗小、工作稳定, 适合玉米, 棉花等多种作物的秸秆粉碎还田及回收机。

### 1 主要原理及结构特点

#### 1.1 主要部件

秸秆粉碎还田及回收机, 主要由悬挂架、动刀辊、齿轮箱、机壳、限深轮, 回收送料斗、插板等组成。粉碎辊刀轴转动支承在机壳两侧, 在机壳外有传动副连接在所述粉碎辊刀轴上, 同时在机壳两侧装有仿形地轮, 在机壳上部装有回收送料斗或盖板( 装在回收送料斗机壳结合部)。图 1

收稿日期: 2008- 04- 15

基金项目: 国家科技支撑计划项目“棉花持续优质高效生产技术体系研究与示范”( 2006BAD21B02); 新疆维吾尔自治区“十一五”重大科技专项“棉花生产关键技术开发、集成与示范”( 200731133)

作者简介: 张佳喜( 1973- ), 副研究员, 研究方向为农业机械, (E- mail) xjzx@ xaas. ac. cn

## 1.2 工作原理

在使用时通过齿轮箱前面的输入轴与拖拉机的动力输出轴连接,粉碎辊刀为顺时针旋转,当粉碎辊刀高速旋转时,J形甩刀与定刀相对作用将秸秆切碎,并高速将秸秆粉碎还田;如需要回收秸秆时,则将还田盖板更换为回收送料斗,并利用动甩刀旋转产生的风力和击打力将切碎的秸秆送出回收送料斗到装料车上。

## 1.3 结构特点

### (1) J形甩刀

甩刀上端与所述中空轴表面垂直刀座连接,中空轴的轴向两刀头重合为3~6 mm,径向每 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ,设置一个刀头,粉碎辊刀相邻的机壳上设置有数排对应于上述J形甩刀的定刀,秸秆粉碎效果好,不漏割并且抛送效果好。

### (2) 垂直式旋刀

由主机动力输出轴的水平旋转,通过一对弧形齿轮,输出到皮带轮。通过大带轮转小带轮进一步增速,传送到动刀辊。18~24把J型甩刀将作物秸秆切断并打碎。

### (3) 限深轮仿形

由限深轮通过销子固定限深轮两端的支臂,来控制甩刀离底的最低距离,使机具在工作时,保证了留茬高度和甩刀不至于碰地。

### (4) 回收送料斗

回收送料斗与地面的夹角为 $45^{\circ}$ ,这就便于甩刀的切割力和甩刀旋转产生的风力沿 $45^{\circ}$ 方向抛出秸秆,并利用甩刀旋转的风力将切碎的秸秆送出回收送料斗到装料车上,这就减少了秸秆的输送装置,降低了成本。

### (5) 秸秆回收与还田转换装置

将回收送料斗的取下,盖板装上作为还田机使用,大大减少了粉尘,并且可以提高秸秆的粉碎效果,可以做到一机多用。

## 2 主要工作参数的确定

### 2.1 甩刀的旋转方向的确定

当甩刀的旋转方向和拖拉机前进时轮子的转向相同时,机具不能正常工作,被甩刀切下的秸秆直接向下飞出,并不通过粉碎腔统一粉碎。而甩刀的旋转方向和拖拉机前进时轮子的转向相反时,秸秆粉碎较充分,并且有利于秸秆的抛送回收。

### 2.2 甩刀的排列方式

甩刀的排列方式对刀辊转动时的平衡,物料在粉碎室内的分布状态有着极大的影响。因此,甩刀在刀轴上的排列,应使其沿粉碎室宽度的运动轨迹分布均匀,物料不向一侧推移,且有利于转轴的动平衡。常见的排列方式有旋线排列、对称排列、交错平衡排列三种方式。由于交错平衡排列甩刀运动中离心力合力作用在同一平面内,平衡性能较好,机器振动小,因此该机采用此方式。

### 2.3 甩刀与机壳定刀和前后挡板的间隙的确定

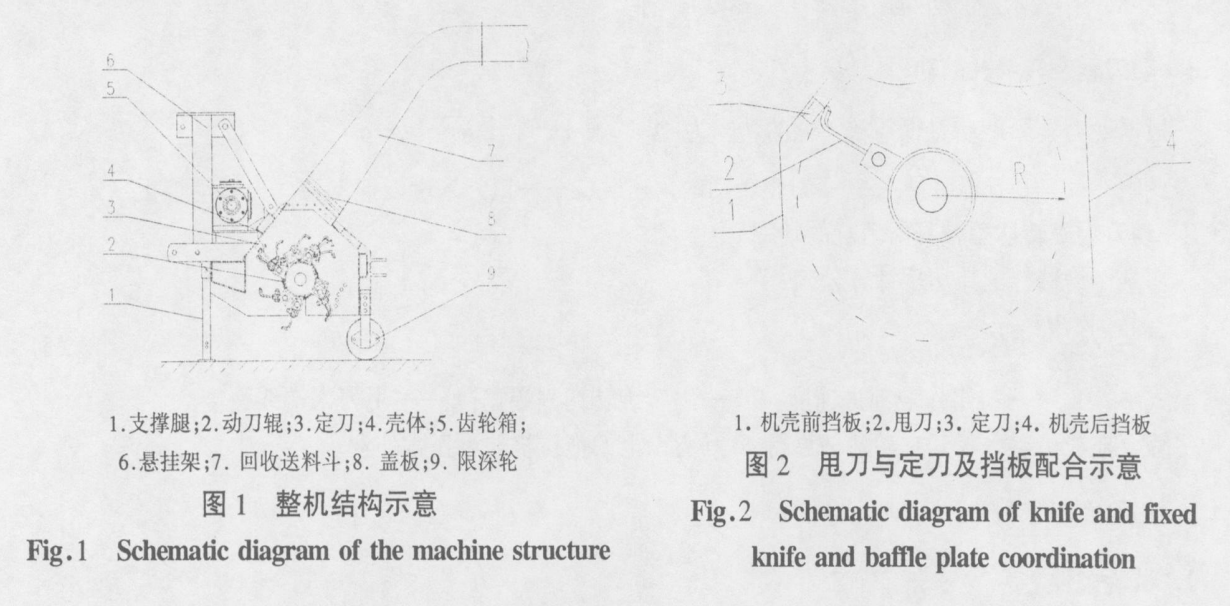
甩刀与定刀的距离过大,粉碎效果不好;距离过小就容易使动刀与定刀碰撞,磨损甩刀,所以甩刀与定刀的间隙为3~20 mm为宜,以5~15 mm为佳。

甩刀与前挡板的间隙由与定刀的间隙决定,甩刀与后挡板的间隙过大,秸秆的粉碎效果不好,并且秸秆易散落于地面,不利于回收。甩刀与后挡板的间隙过小,则容易损坏粉碎部件,甩刀与后挡板的间隙为8~15 mm为宜。图2

### 2.4 甩刀参数的确定

甩刀是秸秆粉碎还田回收机的关键部件。 $R$ 为甩刀顶端至转子轴中心的转动半径。 $R$ 可依据理论上给定的被切棉秆的有效长度,即 $R > L$  ( $L = 21 \sim 33$  cm)确定。无支撑切割器因转子转速较高,故甩刀尺寸不宜过大,甩刀数目也不宜过多,以免造成机组工作的不平稳。考虑到对切碎棉秆的气流输送,通常甩刀宽为5~15 cm。甩刀设计成J形,用销轴与刀座连接,静止时因重力而下垂。每组甩刀沿转子圆周对称排列,每组通常4片。甩刀一般用优质碳素结构钢65 Mn制造,刀片经淬火处理。为防止棉秆漏切和保证切割的连续均匀,且相邻两组甩刀都有适量的重叠。这种设计结构简单,振动小,切碎能力强,

而且抛送作用也强。图 3

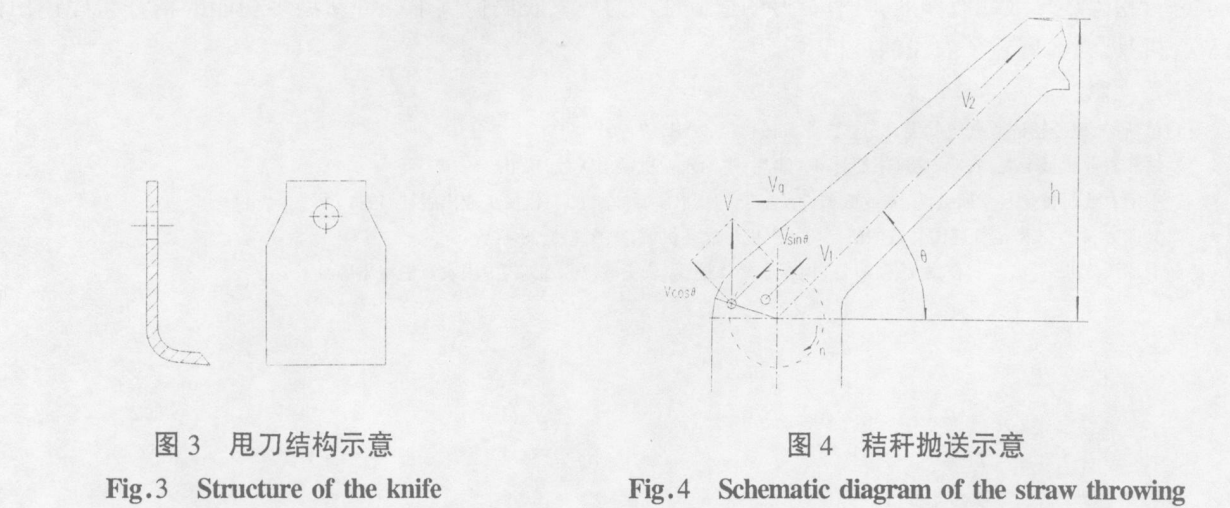


2.5 刀辊的转速确定

刀辊转速是秸秆粉碎还田、回收的重要工作参数。设计时, 从以下三方面确定刀辊转速<sup>[1~4]</sup>: 首先, 能保证有效切割秸秆; 其次, 满足秸秆的粉碎要求; 三是旋转甩刀顶端的切线速度所形成的惯性和气流作用能有效抛送粉碎后的秸秆。通过以上三方面的理论分析, 粉碎机甩刀设计转速必须大于以上三个方面中的最大值。

2.6 回收送料斗的角度和高度的确定

秸秆的抛送实际受到两部分力的作用: 一是甩刀高速旋转所产生的抛送力, 二是高速旋转的甩刀所产生的气动力, 其中甩刀产生的抛送力为主要的动能, 因此回收送料斗的角度可以根据抛送力的切线方向为最好, 即为抛送角  $\theta$  约为  $45^{\circ}$  左右。图 4



秸秆的回收必须满足一定的高度, 设输送秸秆的质量为  $m$ , 升运的垂直高度为  $h$ , 输送秸秆的初速度为  $v_1$ , 出口末速度为  $v_2$ , 一般  $v_2=2\sim 3\text{ m/s}$ , 为使其具有一定的排出能力根据动量守恒:

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = mgh(1 + \mu_1) + \frac{1}{2}mv_2^2 \tag{1}$$

式中  $\mu_1$  ——升运时秸秆与管壁的摩擦、秸秆间的碰撞、空气阻力等能量损失系数。

设刀辊在水平位置时将秸秆抛起, 同时考虑到刀辊的圆周速度与秸秆的初速度之间的差异, 则

$$v\sin\theta = (1 + \mu_2)v_1 \tag{2}$$

式中  $\mu_2$  ——刀辊圆周速度转化为物料初速度  $v_1$  时的损失系数。则秸秆的抛送高度为

$$h = \frac{v\sin\theta^2 + V_2^2(1 + \mu_2)^2}{2g(1 + \mu_1)(1 + \mu_2)^2} \tag{3}$$

3 切割作物秸秆所需消耗功率的计算

3.1 动刀辊空转消耗的功率

根据动力学原理动刀辊空转消耗的功率为:  $N_{刀} = \frac{1}{2}mw^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$  (4)

式中  $m$  ——刀辊质量;  $w$  ——刀辊转动的角速度;  $v$  ——甩刀末端线速度;  $I$  ——转动惯量  $I = mr^2$ 。

3.2 动刀辊旋转切割秸秆所消耗的功率

切割作物秸秆消耗功率计算公式:

$$N_{切} = \frac{V_mBI_0}{75}$$
 (5)

式中  $V_m$  ——机组作业前进速度;  $B$  ——刀辊旋转切割幅宽;  $I_0$  ——甩刀末端线速度。

综合拖拉机空载等其它功耗估算得 40 马力以上的拖拉机便可正常作业。

4 试验结果

4.1 试验条件

选用约翰迪尔 654 拖拉机, 工作幅宽为 1.8 m, 工作行为 4 行, 机具前进速度为 4~ 5 km/h。试验材料为棉秆, 地块面积为 5.34 hm<sup>2</sup>(80 亩), 平均棉秆高 551 mm, 茎秆含水率 15.85%, 茎秆平均直径 9.76 mm, 试验地情况良好。

4.2 试验结果

2006 年 11 月, 在新疆新和县棉田中对机具进行了性能试验, 试验的主要的性能参数如下: 工作幅宽为 1 800 mm; 工作速度 6~ 7 km/h; 留茬高度 50~ 100 mm; 平均切割秸秆长度 < 150 mm; 秸秆回收率 ≥ 90%, 粉碎性能满足国家标准。

5 结论

秸秆粉碎还田及回收机结构设计合理、新颖、功耗小, 有一定的创新性, 可对玉米小麦等作物的秸秆进行粉碎还田或回收作业, 具有良好的适应性。为广大农民提供了一种新型多功能的秸秆粉碎还田回收机具, 大大减轻了农民的负担。

参考文献:

[1] 黄新平. 棉秆粉碎收获机的设计[J]. 农业机械学报, 2003, (7): 60- 63.  
[2] 镇江农业机械学院. 农业机械(下册)[M]. 北京: 中国农业机械出版社, 1980.  
[3] 中国农业机械化科学研究院. 农业机械设计手册(上, 下册)[M]. 北京: 机械工业出版社, 1984.  
[4] 吴凤生. 4Q- 3 型秸秆还田装置的研制[J]. 农机与食品机械, 1999, (1): 28- 29.  
[5] 卡那沃依斯基[波兰], 曹崇文, 吴春江, 柯保康等译校. 收获机械[M]. 北京: 中国农业机械出版社