

拨禾星轮式玉米收获台设计与试验*

郝付平¹ 陈 志² 张子瑞¹ 韩增德¹ 甘邦兴¹ 乔晓东¹

(1. 中国农业机械化科学研究院, 北京 100083; 2. 中国机械工业集团有限公司, 北京 100080)

摘要: 为了提高玉米收获机的行距适应性, 研发了拨禾星轮式玉米收获台, 设计了均布有 6 个拨禾指的拨禾星轮、螺旋扶禾导入辊、拉茎辊等部件, 对玉米不被推倒折断、单株连续有序喂入的条件作了理论分析, 进行了田间试验与性能测试。结果表明, 作业速度为 1.1~1.5 m/s 时, 拨禾星轮转速为 50 r/min、扶禾导入辊转速为 1 300 r/min、拉茎辊转速为 1 050 r/min, 行距适应性显著提高。

关键词: 玉米收获台 拨禾星轮 设计 试验

中图分类号: S225.5⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2014)06-0112-06

引言

玉米是我国主要粮食作物之一, 常年种植面积达 0.27 亿 hm^2 , 仅次于美国。我国玉米种植带纵跨寒温带、暖温带、亚热带和热带生态区, 分布在低地平原、丘陵和高原山区等不同自然条件下, 为了追求玉米单位面积产量, 各地种植模式不尽相同, 种植行距差异较大^[1-9]。目前我国玉米收获台以对行收获为主, 不能够跨区作业, 机器利用率较低, 制约了玉米收获机的推广应用。为此, 有关单位相继研发了窄行距式、锥螺旋分禾式以及喇叭口形喂入链式等玉米收获台, 行距适应性得到了一定的提高, 但玉米行距差异过大时, 摘穗性能下降^[10-19]。本文设计一种拨禾星轮式玉米收获台, 模仿人工一手扶持一手摘穗的过程, 将玉米秆单株连续有序喂入摘穗区, 能够顺行、斜行、垂直行收获玉米, 以期提高玉米收获机的行距适应性。

1 拨禾星轮式玉米收获台工作原理

图 1 为拨禾星轮式玉米联合收获机, 主要由拨禾星轮式玉米收获台、果穗升运器、剥皮装置、果穗箱、秸秆粉碎器、行走底盘等组成。收获工艺为: 拨禾星轮式玉米收获台摘穗→升运器输送→果穗剥皮→果穗装箱, 玉米秸秆粉碎还田。

拨禾星轮式玉米收获台是玉米联合收获机的核心工作部件, 主要由摘穗板、长拉茎辊、短拉茎辊、分禾器、拨禾星轮、螺旋扶禾导入辊、螺旋输送

器等组成, 如图 2 所示。作业时, 玉米经分禾器分禾, 拨禾星轮拨指抓取、横向输送至摘穗口, 扶禾导入辊、拨禾星轮拨指、长拉茎辊螺旋段形成上(A)、中(B)、下(C)3 点动态扶持输送。由于高速旋转扶禾导入辊向后输送玉米秆的速度大于拨禾星轮拨指的推送速度, 倾斜的玉米秆被扶禾导入

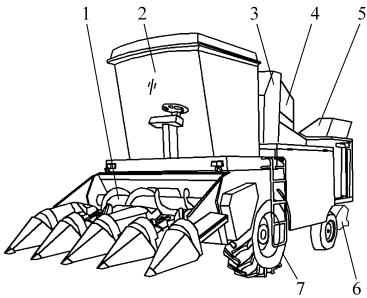


图 1 拨禾星轮式玉米收获机结构示意图

Fig. 1 Reel star wheel corn harvester

1. 拨禾星轮式玉米收获台 2. 驾驶室 3. 升运器 4. 剥皮装置
5. 果穗箱 6. 秸秆粉碎器 7. 行走底盘

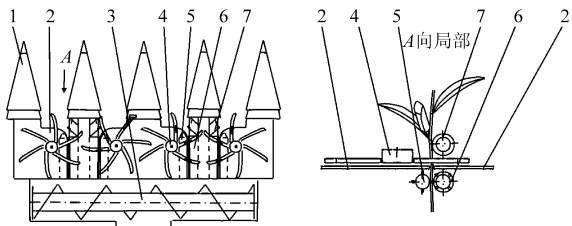


图 2 拨禾星轮式玉米收获台结构示意图

Fig. 2 Structure of reel star wheel corn head

1. 分禾器 2. 摘穗板 3. 螺旋输送器 4. 拨禾星轮 5. 短拉茎辊
6. 长拉茎辊 7. 扶禾导入辊

收稿日期: 2014-01-06 修回日期: 2014-02-21
* 国家高技术研究发展计划(863 计划)资助项目(2012AA10A502)
作者简介: 郝付平, 工程师, 主要从事收获机械技术研究, E-mail: fupinghao@foxmail.com
通讯作者: 陈志, 研究员, 博士生导师, 主要从事农业机械工程技术研究, E-mail: chenchi@sinomach.com

辊迅速扶正,并分离成单株。进入摘穗区后,玉米秆在拉茎辊的作用下,向下运动,位于拉茎辊上方的两块摘穗板将果穗摘下,拨禾星轮将果穗继续向后推送至螺旋输送机,螺旋输送机将果穗向中间集中并输送至升运器。

2 拨禾星轮式玉米收获台关键部件设计

拨禾星轮式玉米收获台行距适应性好的关键在于顺行、斜行和垂直行作业时,玉米秆被拨禾星轮推送至扶禾导入辊的过程中,不被推倒折断,倾斜玉米秆在扶禾导入辊的作用下迅速被扶正,形成单株、连续、有序喂入,并在有效拉茎长度内,将摘穗板上方的玉米秆全部拉下。由此可知,拨禾星轮、扶禾导入辊、拉茎辊是拨禾星轮式玉米收获台的核心部件,决定着作业效果。

2.1 拨禾星轮

拨禾星轮的圆周方向上均布着 6 个拨禾指,圆周直径为 700 mm,主要作用是拨禾输送和单株细分。拨指将玉米秆拨送至摘穗区的过程中转速应满足玉米秆不被推倒或折断的条件,同时能够实现顺行收获时拨指拨送单株玉米,形成单株连续有序喂入。

2.1.1 玉米不被推倒或折断的条件

玉米秆在摘穗口与扶禾导入辊接触,扶禾导入辊上的螺旋导向叶片将玉米秆迅速向后输送,倾斜的玉米秆开始向后回弹,此时玉米秆与地面的夹角大于等于其与地面的极限夹角,则不会被推倒折断。

如图 3 所示,机器前进时,玉米秆从分禾器尖 D 滑动到分禾器尾端 E,假定只有横向偏移;拨禾星轮拨指从 E 点旋转至点 F 时,旋转角度为 60°,玉米在前进方向的偏移为 S,玉米与地面的夹角为 β,则玉米不被推倒或折断的条件表示为

$$\beta \geq \gamma \tag{1}$$

其中
$$\beta = \arctan \frac{H}{\sqrt{L^2 + S^2}} \quad S = \frac{10v}{N_b}$$

将 β、S 代入式(1),可得

$$N_b \geq \frac{10vtan\gamma}{\sqrt{H^2 - (Ltan\gamma)^2}} \tag{2}$$

式中 N_b ——拨禾星轮转速,r/min
 v ——机器前进速度取,1.5 m/s
 H ——摘穗口离地高度,取 0.65 m
 L ——玉米秆的最大横向偏移,取 0.4 m
 γ ——玉米不被推倒折断时与地面的极限夹角^[20],取 51.9°

经计算, $N_b \geq 47.8$ r/min。

2.1.2 拨禾星轮拨指单株拨送条件

顺行收获时,两相邻分禾器间只有 1 行玉米,若

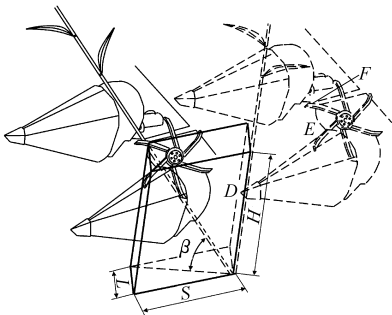


图 3 玉米秆偏移示意图

Fig.3 Drawing of corn straw offset

拨禾星轮拨指每旋转一周只拨送 1 株玉米,则能够形成单株连续喂入。如图 4 所示,第 1 株玉米在 a 处,经拨禾轮拨指 1 抓取、横向输送至摘穗口,机器前进 S_{ab} ,忽略分禾器对玉米在前进方向产生的偏移,第 2 株玉米从 b 处滑移至 a 处,若此时拨指 2 已提前或刚好到达 a 处,则可以实现每个拨指每旋转一周只拨送 1 株玉米,也可表示为

$$\frac{S_{12}}{v} \geq \frac{\frac{2\pi}{6}}{2\pi N_b} \tag{3}$$

即

$$N_b \geq \frac{10v}{S_{12}} \tag{4}$$

式中 S_{12} ——玉米株距,取 0.3 m
经计算, $N_b \geq 50$ r/min。

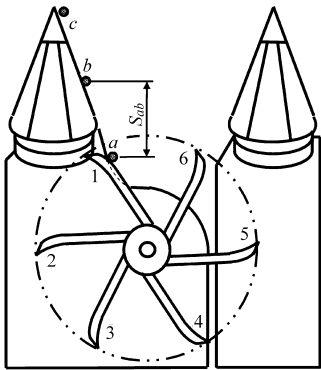


图 4 连续单株玉米喂入示意图

Fig.4 Analysis of feeding continuously with single corn straw

2.1.3 拨禾星轮转速

考虑到拨禾星轮转速越高越容易打断玉米茎秆,在满足玉米不被推倒或折断、单株连续有序喂入的条件下,转速越低越好,故拨禾星轮转速设计为 50 r/min。

2.2 扶禾导入辊

扶禾导入辊表面有带螺旋叶片,旋转时螺旋叶片将拨禾指输送来的玉米植株快速扶正并向后导送;垂直行距收获时,将拨禾指一次输送至摘穗口的多株玉米相互分离,形成单株连续有序喂入。

如图 5 所示,假定拨禾指一次输送 A、B 两株玉米到摘穗口,玉米 A 接触扶禾导入辊前,玉米 A、B 受拨禾星轮的强制推送所用,相对于圆弧导板的速度相等,则有

$$v_{AY} = v_{BY} = \frac{2\pi N_b R \cos\alpha}{60} \tag{5}$$

式中 v_{AY} ——玉米 A 接触扶禾导入辊前,相对于摘穗板的速度 v_A 在 Y 方向的分量, m/s
 v_{BY} ——玉米 B 接触扶禾导入辊前,相对于摘穗板的速度 v_B 在 Y 方向的分量, m/s
 R ——玉米植株与扶禾导入辊接触时,拨禾星轮旋转中心 O 到玉米植株 A(或 B)的距离,设计为 0.16 m
 α ——玉米植株与扶禾导入辊接触时,拨禾星轮旋转中心 OA(或 B)与 Y 轴的夹角,设计为 60°

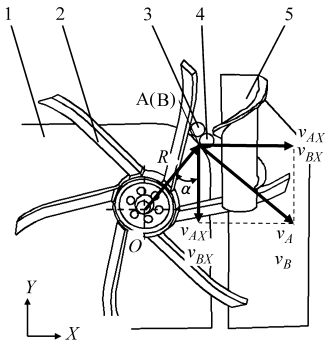


图 5 玉米接触扶禾导入辊前喂入速度分析

Fig. 5 Analysis of feeding speed of corn stalk before contacting supporting the introduction roller

1. 摘穗板 2. 拨禾星轮 3. 植株 B 4. 植株 A 5. 扶禾导入辊

如图 6 所示,当玉米 A 与螺旋扶禾导入辊接触时, v_{BY} 大小保持不变,玉米 A 在扶禾导入辊导送作用下,玉米 A 相对于摘穗板的速度表示为

$$v'_A = \frac{N_f S_f}{60} \tag{6}$$

当 $v'_A > v_{BY}$ 时,玉米秆 A 与玉米 B 开始分离。假

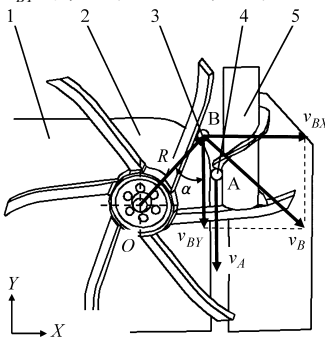


图 6 玉米接触扶禾导入辊时喂入速度分析

Fig. 6 Analysis of corn feeding victory when contacting supporting the introduction roller

1. 摘穗板 2. 拨禾星轮 3. 植株 B 4. 植株 A 5. 扶禾导入辊

定,玉米 B 与扶禾导入辊接触时,玉米 A 向后的位移大于等于扶禾导入辊螺距 S_f ,则认为玉米 A、B 彻底分离成单株。由此,单株喂入的条件表示为

$$v'_A \frac{d}{v_{BY}} \geq S_f \tag{7}$$

将式(5)、(6)代入式(7)得

$$N_f \geq \frac{2\pi R \cos\alpha}{d} N_b \tag{8}$$

式中 N_f ——扶禾导入辊转速, r/min
 S_f ——扶禾导入辊螺距, m
 d ——玉米秆的平均直径,取 0.02 m

经计算, $N_f \geq 25.12 N_b = 1\,256$ r/min,螺旋扶禾导入辊转速设计为 1 300 r/min,能够实现垂直收获时玉米的单株连续有序喂入;斜行收获时,玉米的喂入状态介于顺行收获与垂直行距收获之间。因此, $N_b = 50$ r/min, $N_f = 1\,300$ r/min,满足 3 种作业状态下的玉米单株连续有序喂入的要求。

2.3 拉茎辊设计

如图 7 所示,短拉茎辊和长拉茎辊直径均为 6 棱辊,拨禾指从短拉茎辊前端到后端旋转 120° ,在这个过程中将摘穗板上方的玉米秆全部拉下,拉茎辊转速需满足

$$\frac{120}{360} \frac{N_L \pi D}{60} \frac{60}{N_b} \geq L_y \tag{9}$$

即
$$N_L \geq \frac{360 N_b L_y}{120 \pi D} \tag{10}$$

式中 N_L ——拉茎辊转速, r/min
 L_y ——摘穗板上方的玉米秆长度,玉米株高 H_y 一般为 2.7 ~ 3.1 m,摘穗板入口高度 H 一般为 0.65 ~ 0.85 m, L_y 取最大值为 2.45 m
 D ——拉茎辊直径^[21],取 0.12 m

经计算, $N_L \geq 975.3$ r/min,考虑到东北地区的玉米株高有的能达到 3.3 ~ 3.4 m,拉茎辊转速适当

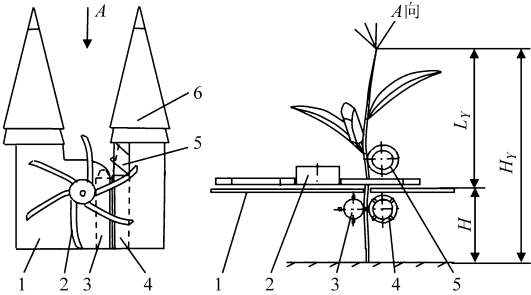


图 7 摘穗装置示意图

Fig. 7 Drawing of corn picker

1. 摘穗板 2. 拨禾星轮 3. 短拉茎辊 4. 长拉茎辊 5. 扶禾导入辊 6. 分禾器



图 8 拨禾星轮式玉米收获机田间试验现场图片

Fig.8 Field test of reel star wheel corn head

提高,设计为 1 050 r/min。

3 试验

3.1 试验条件

2013 年 9 月 25 日,在北京市通州区潞城镇甘棠村进行试验,如图 8 所示。玉米品种为农大 80,测得株距 26.4 cm,行距 70 cm,茎秆自然高度为 261.3 cm,茎秆直径 21.5 mm,结穗高度 127.1 cm,果穗长度 26.4 cm,果穗直径 55.9 mm,果穗下垂率 16%。以上数据均为随机 30 个数据的平均值。

3.2 试验方法

试验区由 20 m 稳定区、20 m 测定区、15 m 停车区组成,稳定区和停车区的玉米在试验前清理干净。按照 GB/T21961—2008《玉米收获机械试验方法》规定的方法测定拨禾星轮式玉米收获台的漏摘和落地果穗籽粒损。

3.3 试验结果

作业速度为 1.2 m/s,摘穗口离地高度 0.8 m,分别进行顺行、斜行、垂直行收获。

拨禾星轮式玉米收获台漏摘和落地果穗籽粒损失检测结果如表 1~3 所示。

从表 1~3 可以看出,顺行、斜行、垂直行 3 种收获状态,拨禾星轮式玉米收获台漏摘、落地果穗籽粒损失率均小于 2%,达到设计要求,拨禾星轮式玉米收获台结构与运动参数设计合理,行距适应性较好。

表 1 顺行收获试验结果

Tab.1 Results of harvesting when along the row

测定项目	测定点		
	1	2	3
测定区内籽粒总质量/kg	44.65	47.25	45.50
割台籽粒总质量/g	810	625	729
割台籽粒损失/%	1.81	1.32	1.60
割台损失平均值/%	1.58		

表 2 斜行收获检测结果

Tab.2 Results of harvesting when along the inclined row

测定项目	测定点		
	1	2	3
测定区内籽粒总质量/kg	43.20	45.50	44.80
割台籽粒总质量/g	522	816	892
割台籽粒损失/%	1.21	1.79	1.99
割台损失平均值/%	1.66		

表 3 垂直行收获检测结果

Tab.3 Results of harvesting when along the vertical row

测定项目	测定点		
	1	2	3
测定区内籽粒总质量/kg	47.80	48.75	47.61
割台籽粒总质量/g	612	525	783
割台籽粒损失/%	1.28	1.11	1.64
割台损失平均值/%	1.34		

4 结论

(1)拨禾星轮转速 $N_b \geq 50$ r/min 时,能够实现拨指单株拨送,且玉米不被推倒折断。

(2)拨禾星轮与扶禾导入辊旋转速度满足 $N_f \geq 25.12N_b$,则能够实现顺行、斜行、垂直行收获时玉米的单株连续喂入。

(3)拨禾星轮式玉米收获机作业速度为 1.1~1.5 m/s,拨禾星轮转速为 50 r/min、扶禾导入辊转速 1 300 r/min、拉茎辊转速为 1 050 r/min 时,收获台籽粒损失不大于 2%,满足玉米收获的要求。

参 考 文 献

1 郝付平,陈志. 国内外玉米收获机械研究现状及思考[J]. 农机化研究, 2007(10):206-208.
Hao Fuping, Chen Zhi. Actuality of domestic and foreign corn harvester [J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2007(10):206-208. (in Chinese)

2 陈志, 郝付平, 王锋德, 等. 中国玉米收获技术与装备发展研究[J]. 农业机械学报, 2012, 43(12):44-50.
Chen Zhi, Hao Fuping, Wang Fengde, et al. Development of the technology and equipment of corn harvester in China[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012, 43(12):44-50. (in Chinese)

3 李纪岳, 陈志, 杨敏丽, 等. 基于农机农艺结合的玉米生产机械化系统研究[J]. 农业机械学报, 2012, 43(8):83-88.
Li Jiyue, Chen Zhi, Yang Minli, et al. Mechanized corn production systems based on combination of machinery and agronomy[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012, 43(8):83-88. (in Chinese)

4 白钰, 杨自栋, 耿端阳, 等. 浅述我国玉米联合收获机技术进展及发展趋势[J]. 农业装备与车辆工程, 2010(7):3-6.
Bai Yu, Yang Zidong, Geng Duanyang, et al. Improvement and development trend of corn harvester technology[J]. Agricultural

- Technology & Equipment, 2010(7):3-6. (in Chinese)
- 5 孙进良,刘师多,丁慧玲. 我国玉米收获机械化的应用现状与展望[J]. 农机化研究,2009(3):217-219.
Sun Jinliang, Liu Shiduo, Ding Huiling. Actuality and expectation of domestic corn harvester [J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2009(3):217-219. (in Chinese)
- 6 屈哲,余泳,昌何勋. 我国西南丘陵地区玉米收获机械化的研究探讨[J]. 现代农业装备,2013(3):26-29.
Qu Zhe, Yu Yong, Chang Hexun. Research and discuss about corn harvest mechanization in southwest hilly area of our country [J]. Modern Agricultural Equipments, 2013(3):26-29. (in Chinese)
- 7 班春华. 我国玉米收获机械化发展剖析[J]. 农业科技与装备, 2013(7):78-80.
Ban Chunhua. Analysis of the development of mechanized maize harvesting in China[J]. Agricultural Science & Technology and Equipment, 2013(7):78-80. (in Chinese)
- 8 李强. 我国玉米收获机械的研究现状及发展方向[J]. 农业科技与装备, 2009(2):101-102.
Li Qiang. Current situation and development trend of corn harvester in China[J]. Agricultural Science & Technology and Equipment, 2009(2):101-102. (in Chinese)
- 9 王优,张强,于路路. 玉米摘穗装置的应用现状与展望[J]. 农机化研究,2011(1):228-231.
Wang You, Zhang Qiang, Yu Lulu. The present situation of corn snapping device and its expectation[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2011(1):228-231. (in Chinese)
- 10 邹岚,卓杰强,杨仁全,等. 我国玉米收获机发展前景分析[J]. 农机化研究,2008(4):205-208.
Zou Lan, Zhuo Jieqiang, Yang Renquan, et al. Analysis of development foreground of maize harvester in China [J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2008(4):205-208. (in Chinese)
- 11 闫洪余,陈晓光,吴文福. 玉米收获机械分类解析[J]. 农机化研究,2007(10):213-215.
Yan Hongyu, Chen Xiaoguang, Wu Wenfu. Analysis on corn harvesters classification [J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2007(10):213-215. (in Chinese)
- 12 甘露,潘亚东,孙士明. 我国农业机械化发展态势分析[J]. 农机化研究,2011(2):203-208.
Gan Lu, Pan Yadong, Sun Shiming. Analysis of the development trend of agricultural mechanization in China [J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2011(2):203-208. (in Chinese)
- 13 谢琼. 我国玉米收获机械化技术研究[J]. 农业科技与装备, 2010(6):84-85.
Xie Qiong. Research on the mechanized corn harvest technology in China[J]. Agricultural Science & Technology and Equipment, 2010(6):84-85. (in Chinese)
- 14 佟金,贺俊林,陈志,等. 玉米摘穗辊试验台的设计和试验[J]. 农业机械学报, 2007,38(11):48-51.
Tong Jin, He Junlin, Chen Zhi, et al. Research and development of testing device whit snapping rolls for corn harvester [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007,38(11):48-51. (in Chinese)
- 15 朱纪春,陈金环. 国内外玉米收获机械现状和技术特点分析[J]. 农业技术与装备,2010(4):23-24.
Zhu Jichun, Chen Jinhuan. Present situation and technical characteristics analysis of com combine harvester in home and abroad [J]. Agricultural Technology & Equipment, 2010(4):23-24. (in Chinese)
- 16 陈志,韩增德,颜华,等. 不分行玉米收获机分禾器适应性试验[J]. 农业机械学报, 2008,39(1):50-52.
Chen Zhi, Han Zengde, Yan Hua, et al. Orthogonal validation experiment on crop divider of corn-harvester [J]. Transaction of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008,39(1):50-52. (in Chinese)
- 17 贺俊林,佟金,陈志,等. 指形拨禾轮分禾机构的虚拟设计与运动仿真[J]. 农业机械学报, 2007, 38(6):53-56.
He Junlin, Tong Jin, Chen Zhi, et al. Virtual design and kinematic simulation for feed-in mechanism with finger rotor[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007, 38(6): 53-56. (in Chinese)
- 18 贺俊林,胡伟,郭玉富,等. 扶禾杆在不对行导入玉米茎秆中的运动仿真[J]. 农业工程学报, 2007,23(6):125-128.
He Junlin, Hu Wei, Guo Yufu, et al. Kinematic simulation of no-row feed-in mechanism with guide-rod for corn harvester [J]. Transactions of the CSAE, 2007,23(6):125-128. (in Chinese)
- 19 刘声春,张道林,张继磊,等. 我国玉米收获机研制现状及发展展望[J]. 农机化研究,2009(11):241-242.
Liu Shengchun, Zhang Daolin, Zhang Jilei, et al. Research situation and development trend of domestic corn harvester[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2009(11):241-242. (in Chinese)
- 20 吴鸿欣,陈志,韩增德,等. 玉米植株抗弯特性对分禾器结构的影响分析[J]. 农业机械学报,2011,42(增刊):6-9.
Wu Hongxin, Chen Zhi, Han Zengde, et al. Effect analysis of bending properties of corn plants on divider structure [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011, 42(Supp.): 6-9. (in Chinese)
- 21 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.
- 22 耿端阳,张道林,王相友,等. 新编农业机械学[M]. 北京:国防工业出版社,2011.

Design and Experiment of Corn Harvester Head with Reel Star Wheel

Hao Fuping¹ Chen Zhi² Zhang Zirui¹ Han Zengde¹ Gan Bangxing¹ Qiao Xiaodong¹

(1. Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, Beijing 100083, China
2. China National Machinery Industry Corporation, Beijing 100080, China)

Abstract: In order to improve the adaptability of row spacing, a new type of corn harvester with reel star wheel harvester head was developed. The corn harvester head was composed of the star wheel, the screw roller and stalk pulling roller. The star wheel had six fingers, and the screw roller could lift tilting corn and feed the corn in the picking device. And the stalk pulling roller were designed by analyzing the conditions of maize not pushing to break and single continuous feeding. Finally the performance of the corn harvester head was tested when working along row or inclined row or vertical row in field. The results showed that the corn harvester head could work along row or inclined row or vertical row, and the adaptability of row spacing was improved largely, when the operation speed was 1.1 ~ 1.5 m/s, star wheel speed was 50 r/min, lifting import roller speed was 1 300 r/min, and stalk pulling roller rotate speed was 1 050 r/min.

Key words: Corn head Reel star wheel Design Experiment

(上接第 97 页)

10 王朝辉,袁月明,董润坚,等. 超级稻育秧精密播种器内部流场的数值模拟[J]. 吉林农业大学学报,2009,31(6):781-784.
Wang Zhaohui, Yuan Yueming, Dong Runjian, et al. Numerical simulation for air field of air suction cylinder seeder [J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2009, 31(6):781-784. (in Chinese)

11 朱红钧,林元华,谢龙汉. FLUENT 流体分析及仿真实用教程[M]. 北京:人民邮电出版社,2010.

12 林兆福. 气体动力学[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1988.

13 张兆顺,崔桂香. 流体力学[M]. 北京:清华大学出版社,2006.

14 孔珑. 两相流体力学[M]. 北京:高等教育出版社,2004.

15 Guarella P, Pellerano A, Pascuzzi S. Experimental and theoretical performance of a vacuum seeder nozzle for vegetable seeds [J]. Journal of Agricultural Engineering Research, 1996, 64(1): 29-36.

Seed Force in Airflow Field of Vacuum Tray Precision Seeder Device during Suction Process of Seeds

Gong Zhiqiang^{1,2} Chen Jin¹ Li Yaoming³ Li Jianhua¹

(1. College of Mechanical Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China
2. College of Electronic Engineering and Electrical Automation, Chao Hu University, Hefei 238000, China
3. Institute of Agricultural Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: Using the computer fluid dynamics software Fluent, the seed particle force in the airflow field of precision seeder device was analyzed. Selecting four factors (relative pressure, aperture of suction hole, distance of seed and suction hole, seed attitude), the seed particle force was studied through orthogonal simulation test, and the impact of precision seeder device working parameters on the particle force was analyzed. The mathematical model of seed particle force in airflow field was established, and the order of the effect factors was as following: distance of seed and suction hole, seed attitude, relative pressure, aperture of suction hole. The range of suction hole adsorption was 0.34 ~ 1.90 mm. Conducting experiment on the vacuum-vibration tray precision seeder device, the results of experiment were consistent with the theoretic analysis and show the correctness of the established model.

Key words: Tray precision seeder device Vacuum-vibration Numerical simulation Particle force