

花生联合收获机弹齿式去土装置设计与性能试验*

杨然兵 柴恒辉 尚书旗

(青岛农业大学机电工程学院, 青岛 266109)

摘要: 针对花生联合收获机上下摆拍式和横向摆拍式去土装置去土性能差的问题, 设计了弹齿式去土装置。通过去土机理分析, 确定了影响去土性能的影响因素。通过田间去土试验, 建立了去土装置偏心轮转速、偏心距、弹齿臂长度与去土率和掉果率的回归方程, 分析了弹齿式去土装置的去土性能。通过优化计算得出, 偏心轮转速为 23 r/min、偏心距为 38 mm、弹齿臂长度为 125 mm, 去土装置的综合性能达到最优, 符合设计要求。

关键词: 花生 联合收获机 弹齿式去土装置 设计 试验

中图分类号: S255.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2014)08-0066-06

引言

去土装置是花生联合收获机重要的工作部件, 其性能直接影响到后续摘果装置的工作效果, 如果去土不及时, 极易造成摘果、清选过程堵塞, 使联合收获机无法正常作业^[1-2]。目前, 花生联合收获机广泛使用的去土方式主要有: 横向摆拍式和上下摆拍式^[3-4]。研究发现, 上述两种装置去土后, 花生植株荚果根部仍带有大量泥土, 尤其是内部的土石无法去除, 严重影响收获质量, 阻碍了花生联合收获的发展^[5-7]。本文研究设计弹齿式去土装置, 并对其关键部件技术参数进行试验研究。

1 弹齿式去土原理及装置结构

1.1 去土原理

以台湾生产的云农号和青岛弘盛机械有限公司生产的 4HB-2 型为代表的花生联合收获机采用了横向摆拍式去土方法, 装置结构简图见图 1a; 该装置工作时, 左、右拍土板同向摆动, 对夹持装置输送通过的花生植株根部进行拍打, 松碎根系土块, 促使其在重力作用下掉落。以青岛万农达花生机械制造有限公司生产的 4HQL-2 型为代表的全喂入花生联合收获机采用了上下摆拍式去土方法, 结构如图 1b 所示; 该装置工作时, 拍土板平行于植株的前进方向摆拍, 疏松根系, 促使根系土块在重力作用下掉落。上述两种依靠自重去土的方法经生产应用发

现, 存在去土不及时现象, 极易造成摘果、清选装置堵塞, 使机器无法连续作业, 成为阻碍花生联合收获机应用推广的主要因素之一。

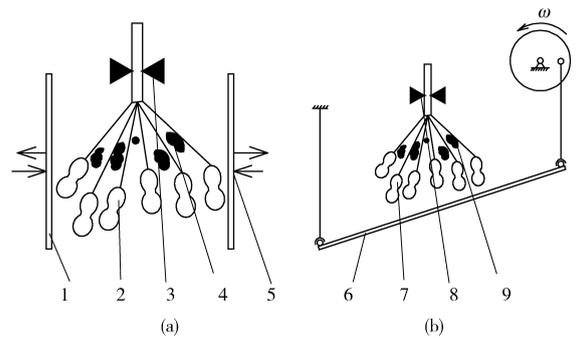


图1 去土装置结构简图

Fig.1 Sketch map of removing soil device

1. 左拍土板 2. 花生秧果 3. 夹持装置 4. 土块 5. 右拍土板 6. 拍土板 9. 土块

根据以上 2 种去土装置的结构特点及工作过程, 本文设计了弹齿式去土装置, 如图 2 所示。该装置采用平行四杆机构对夹持输送通过的花生植株的秧蔓及果柄进行梳刷与拍打, 以达到强制去土效果。驱动杆正向摆动时, 如图 2a 所示: 左弹齿向下摆动, 右弹齿向上摆动, 在弹齿作用力及重力作用下迫使根系左侧土块掉落。驱动杆反向摆动时, 如图 2b 所示: 左弹齿向上摆动, 右弹齿向下摆动, 在弹齿作用力及重力作用下迫使根系右侧土块掉落。

1.2 弹齿式去土装置结构及作业过程

设计的弹齿式去土装置采用偏心传动装置, 驱

收稿日期: 2014-03-14 修回日期: 2014-04-13

* 国家自然科学基金资助项目(31101090)、国家公益性行业(农业)科研专项经费资助项目(201203028.4)、农业科技成果转化资金资助项目(2012GB2C600257)和山东省优秀中青年科学家科研奖励基金资助项目(BS2012NY004)

作者简介: 杨然兵, 副教授, 博士, 主要从事农业机械化技术研究, E-mail: yangranbing@163.com

通讯作者: 尚书旗, 教授, 主要从事农业机械化技术研究, E-mail: sqshang@qau.edu.cn

动转向连杆带动平行四杆机构,完成去土作业,如图 3 所示。

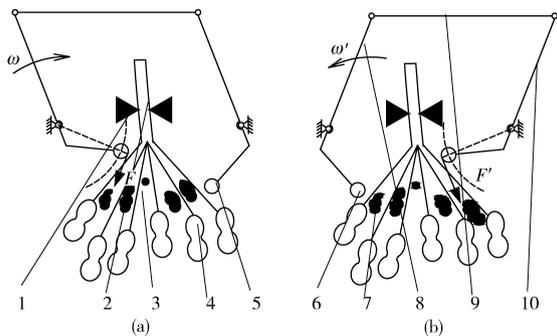


图 2 弹齿式去土装置结构简图

Fig.2 Sketch map of removing soil device with spring tooth

1. 夹持装置 2. 花生秧蔓 3. 花生果柄 4. 花生果 5. 右弹齿
6. 左弹齿 7. 泥土、碎石 8. 驱动杆 9. 连杆 10. 从动杆

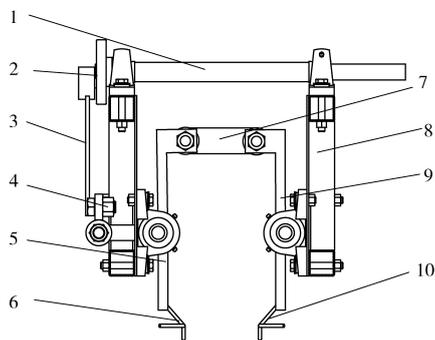


图 3 弹齿式去土装置结构简图

Fig.3 Sketch map of removing soil device with spring tooth

1. 主驱动轴 2. 偏心轮 3. 驱动连杆 4. 平行四杆机构 5. 驱动杆
6. 左弹齿 7. 连杆 8. 机架 9. 从动杆 10. 右弹齿

弹齿式去土装置工作时,动力经链传动传到主驱动轴,带动偏心轮旋转,然后通过驱动连杆与平行四杆去土装置连接起来,将主驱动轴的旋转运动转变为驱动杆带动弹齿的左、右梳刷运动。在进行挖掘收获作业时,由挖掘铲挖掘出来的花生秧果,在夹持链输送的过程中,果土部分正好经过左、右梳刷的弹齿中间,通过左、右弹齿的交错摆拍运动对根系和果实上夹带的土壤进行拍打,完成花生果秧在夹持输送过程中的去土作业。两弹齿平行配置形成清土通道,在通道的入口和出口处呈“八”字型张口,以便夹持输送的花生秧果顺利进出拍土通道。

1.3 去土过程分析

在果土分离过程中,欲使花生果土复合体松散开来,必然要对果与根之间粘结的土块进行破碎^[8-9]。弹齿式去土装置工作时,果土复合体会受到挤压、剪切和冲击等作用的梳刷过程,在以上外力及重力的作用下,土壤和根系之间不仅有力的传递,而且还有相对位移发生错位、滑移或开裂^[10-11]。如果外载荷施加过小,就有可能降低去土效果;如果外

载荷施加过大,或加载的作用方式不当,就有可能增加机械落果的可能^[12]。由于作用点力的大小主要与加速度有关,现以去土过程中弹齿作用点为研究对象,进行力学分析,如图 4 所示。

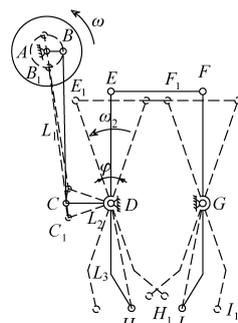


图 4 弹齿式去土装置运动分析

Fig.4 Analysis of movement of removing soil device with spring tooth

由运动分析知,平行四杆摆拍机构的摆动频率等于偏心轮的转动频率,由机构运动简图和三角关系式,可得平行四杆摆拍机构的摆幅为

$$\varphi = 2 \arccos(r/L_2) \quad (1)$$

即平行四杆摆拍机构的摆幅与偏心轮的偏心距和杆 2 的长度 L_2 有关。

根据四杆机构运动分析可得平行四杆摆拍机构的运动角速度为

$$\omega_2 = \frac{\omega \cos \omega t}{\sqrt{L_2^2 - r^2 \sin^2 \omega t}} \quad (2)$$

故 H、I 点摆拍时的加速度为

$$a_F = L_3 \omega_2^2 = \frac{L_3 \omega^2 \cos^2 \omega t}{L_2^2 - r^2 \sin^2 \omega t} \quad (3)$$

- 式中 ω ——偏心轮的角速度
 r ——偏心轮偏心距(AB 的长度)
 L_2 ——杆 CD 的长度
 L_3 ——杆 DH、杆 GI 的长度

以上分析可知,在去土装置结构尺寸确定之后,偏心轮转速、偏心距以及弹齿臂长度是影响作用力的主要因素。

2 试验材料及方法

2.1 试验条件

试验于 2013 年 9 月在临沭县东泰机械有限公司试验田进行,试验地面积为 30 m × 25 m,土壤平均坚实度为 249 kPa,土壤含水率为 16.8%。花生品种为海花 2 号,花生植株平均高度为 431 mm,植株大行距为 587 mm,植株小行距为 280 mm,株距为 196 mm,花生茎宽为 594 mm,茎高为 92 mm。试验装置采用临沭县东泰机械有限公司生产的 4HBL-2 型花生联合收获机及主要工作部件,平均作业速度

为 1.99 km/h。

2.2 试验参数及评价标准

通过上文分析,偏心轮转速、偏心距和弹齿臂是弹齿式去土装置重要的作业与结构参数,对花生植株根部击打强度和整体摇摆掉土幅度产生影响。根据弹齿式去土装置的作业特点,偏心轮转速为 10 ~ 30 r/min,偏心距为 30 ~ 50 mm,弹齿臂长度为 130 ~ 150 mm。试验去土效果根据 NY/T 502—2002 计算公式等相关规定,以去土率、掉果率作为试验指标^[13]。

去土率

$$y_1 = \frac{m_1}{M} \times 100\% \quad (4)$$

掉果率

$$y_2 = \frac{m_2}{M} \times 100\% \quad (5)$$

式中 M ——试验样本总质量

m_1 ——试验样本掉土总质量

m_2 ——试验样本掉果总质量

2.3 试验方案及试验结果

试验过程中,通过改变去土装置动力输入轴链轮的转速实现偏心轮转速的改变;通过更换偏心轮以及弹齿实现偏心距以及弹齿臂长度的改变。采用三因素二次旋转正交组合设计进行试验研究,每次试验重复 3 次求平均值作为试验指标^[14],试验因素及其编码如表 1 所示,试验方案及性能指标如表 2 所示。

表 1 因素水平编码

Tab.1 Factors and level codes

编码	转速	偏心距	弹齿臂长
	$x_1/(r \cdot \min^{-1})$	x_2/mm	度 x_3/mm
1.682	30	50	150
1	25.95	45.95	145.95
0	20	40	140
-1	14.05	34.05	134.05
-1.682	10	30	130

3 试验结果及分析

3.1 回归分析

试验结果采用 DPS v7.05 版数据处理系统进行回归分析,以确定各试验指标在不同试验因素水平组合下的变化规律^[15]。去土率回归方程的显著性分析,如表 3 所示。

通过以上方差分析,表明试验指标回归方程与试验数据拟合较好,并且 X_1 、 X_1^2 、 X_1X_3 、 X_2X_3 较显著,

表 2 试验方案与结果

Tab.2 Experimental project and results

试验号	X_1	X_2	X_3	去土率/%	掉果率/%
1	1	1	1	64.23	1.68
2	1	1	-1	63.85	1.71
3	1	-1	1	61.21	1.59
4	1	-1	-1	63.89	1.53
5	-1	1	1	62.27	1.67
6	-1	1	-1	61.03	1.13
7	-1	-1	1	60.19	1.25
8	-1	-1	-1	59.47	1.01
9	-1.682	0	0	60.57	1.06
10	1.682	0	0	65.21	1.69
11	0	-1.682	0	61.78	0.98
12	0	1.682	0	62.19	1.41
13	0	0	-1.682	61.69	1.21
14	0	0	1.682	62.69	1.36
15	0	0	0	61.34	1.29
16	0	0	0	61.57	1.26
17	0	0	0	60.95	1.05
18	0	0	0	61.23	1.23
19	0	0	0	60.89	1.21
20	0	0	0	62.01	1.26
21	0	0	0	61.45	1.33
22	0	0	0	61.25	1.38
23	0	0	0	60.91	1.13

表 3 去土率试验结果方差分析

Tab.3 Analysis of variance of test results

来源	平方和	df	均方	F
X_1	23.786 4	1	23.786 4	69.639 4
X_2	20.313 3	1	3.912 3	4.541 0
X_3	25.786 4	1	0.131 8	0.386 0
X_1^2	26.786 4	1	3.702 0	10.838 4
X_2^2	27.786 4	1	0.420 7	1.231 7
X_3^2	28.786 4	1	0.879 0	2.573 4
X_1X_2	29.786 4	1	0.054 5	0.159 4
X_1X_3	30.786 4	1	2.268 5	6.641 3
X_2X_3	31.786 4	1	1.602 1	4.690 3
回归	32.786 4	9	4.078 6	$F_2 = 11.940 9$
剩余	33.786 4	13	0.341 6	
失拟	34.786 4	5	0.678 1	$F_1 = 5.165 67$
误差	35.786 4	8	0.131 3	
总和	41.147 7	22		

注: $F_{0.05}(1,13) = 4.67$; $F_{0.05}(5,8) = 3.69$; $F_{0.01}(1,13) = 9.07$; $F_{0.01}(9,13) = 4.19$ 。

其他因素在不同程度上不显著,将不显著的因素去掉得到去土率无量纲因素编码回归方程为

$$\hat{y} = 62.30 + 1.32X_1 - 0.53X_1X_3 + 0.45X_2X_3 + 0.48X_1^2 \quad (6)$$

由无量纲的因素编码回归方程系数大小可知各试验因素对去土率影响大小次序为:偏心轮转速、弹

齿臂长度、偏心距。

去土率与各因素的回归方程为

$$\hat{y}_1 = 92.55 + 1.78x_1 - 1.78x_2 - 0.265x_3 - 0.015x_1x_3 + 0.013x_2x_3 + 0.0136x_1^2 \quad (7)$$

掉果率回归方程的显著性分析,如表 4 所示。

表 4 掉果率试验结果方差分析

Tab.4 Analysis of variance of test results

来源	平方和	df	均方	F
X_1	0.461 1	1	0.461 1	31.151 9
X_2	0.172 1	1	0.172 1	4.627 4
X_3	0.082 6	1	0.082 6	4.581 7
X_1^2	0.105 2	1	0.105 2	7.104 8
X_2^2	0.005 0	1	0.005 0	7.337 0
X_3^2	0.039 0	1	0.039 0	2.634 1
X_1X_2	0.009 1	1	0.009 1	0.615 6
X_1X_3	0.070 3	1	0.070 3	4.749 9
X_2X_3	0.005 5	1	0.005 5	0.372 4
回归	0.948 6	9	0.105 4	$F_2 = 7.120 23$
剩余	0.192 4	13	0.014 8	
失拟	0.112 3	5	0.022 5	$F_1 = 2.241 30$
误差	0.080 2	8	0.010 0	
总和	1.141 0	22		

注: $F_{0.05}(1,13) = 4.67$; $F_{0.05}(5,8) = 3.69$; $F_{0.01}(1,13) = 9.07$; $F_{0.01}(9,13) = 4.19$ 。

通过以上方差分析,表明试验指标回归方程与试验数据拟合较好,并且 X_1 、 X_2^2 、 X_3 、 X_1^2 、 X_1X_3 较显著,根据同样方法可获得掉果率的无量纲因素编码回归方程

$$\hat{y}_2 = 1.23 + 0.18X_1 + 0.16X_3 - 0.19X_1X_3 + 0.15X_1^2 + 0.11X_2^2 \quad (8)$$

由无量纲的因素编码回归方程系数可知各试验因素对掉果率影响大小次序为:偏心距、偏心轮转速、弹齿臂长度。

掉果率与各因素的回归方程为

$$\hat{y}_2 = -3.33 - 0.232x_1 - 0.241x_2 + 0.144x_3 - 0.0053x_1x_3 + 0.025x_1^2 + 0.003x_2^2 \quad (9)$$

3.2 性能分析

为研究每两个因素的变化对弹齿式去土装置的去土率和掉果率的影响,更直观地得到各试验指标与各个试验因素之间的关系,采用降维法,利用 Matlab 软件^[16],绘制三维等值线图进行分析,结果如图 5 所示。

随着击打频率 X_1 的增加,去土率随着偏心距 X_2 的增加先减后增;随着偏心距 X_2 的增加,去土率随着击打频率 X_1 的增加呈指数化上升趋势。 $Y_{\max}(X_1, X_2, 0) = Y(0, 1.682, 1.682) = 63.57\%$,如图 5a 所示。

随着击打频率 X_1 的增加,去土率随着弹齿臂长

度 X_3 的增加呈上升趋势;随着弹齿臂长度 X_3 的增加,去土率随着击打频率 X_1 的增加同样呈上升趋势。 $Y_{\max}(X_1, 0, X_3) = Y(-1.682, 0, 1.682) = 63.01\%$,如图 5b 所示。

随着偏心距 X_2 的增加,去土率随着弹齿臂长度 X_3 的增加不增不减呈平稳趋势;随着弹齿臂长度 X_3 的增加,去土率随着偏心距 X_2 的增加先减后增。 $Y_{\max}(0, X_2, X_3) = Y(0, 1.682, 1.682) = 62.57\%$,如图 5c 所示。

随着击打频率 X_1 的增加,掉果率随着偏心距 X_2 的增加先减后增;随着偏心距 X_2 的增加,掉果率随着击打频率 X_1 的增加先降后增,整体呈上升趋势。 $Y_{\min}(X_1, X_2, 0) = Y(-1.682, 0, 0) = 1.35\%$,如图 5d 所示。

随着击打频率 X_1 的增加,掉果率随着偏心距 X_2 的增加呈上升趋势;随着偏心距 X_2 的增加,掉果率随着击打频率 X_1 的增加呈上升趋势。 $Y_{\min}(X_1, 0, X_3) = Y(-1.682, 0, -1.682) = 0.55\%$,如图 5e 所示。

随着偏心距 X_2 的增加,掉果率随着弹齿臂长度 X_3 的增加呈上升趋势;随着弹齿臂长度 X_3 的增加,掉果率随着偏心距 X_2 的增加先降后增。 $Y_{\min}(0, X_2, X_3) = Y(0, 0, -1.682) = 0.97\%$,如图 5f 所示。

3.3 性能优化

根据试验装置的去土率和掉果率的回归方程,通过非线性规划原理,利用 Matlab 进行参数优化^[17]。去土作业过程中应保证去土率最大,掉果率最小,创建目标函数 $F = y_1 - y_2$,将所求回归方程代入目标函数,根据花生收获机田间作业质量的要求,去土装置的去土率 $y_1 \geq 62\%$,掉果率 $y_2 \leq 2\%$ ^[18-19]。规划的目标函数及约束条件为

$$\begin{cases} \max F = y_1 - y_2 \\ \begin{cases} y_1 \geq 62\% \\ y_2 \leq 2\% \end{cases} \\ \text{s. t. } \begin{cases} 10 \leq x_1 \leq 30 \\ 30 \leq x_2 \leq 50 \\ 130 \leq x_3 \leq 150 \end{cases} \end{cases} \quad (10)$$

圆整参数优化结果如表 5 所示。

根据以上优化计算最佳结果,进行 3 次重复试验,试验结果求平均值如表 6 所示。结果表明,在最佳试验参数作用下,试验结果与理论结果近似。

3.4 性能对比

为了更好地了解和验证上下摆拍式、横向摆拍式、弹齿式去土装置的性能,对分别配套使用 3 种去土装置的 4HBL-2 型花生联合收获机进行了田间

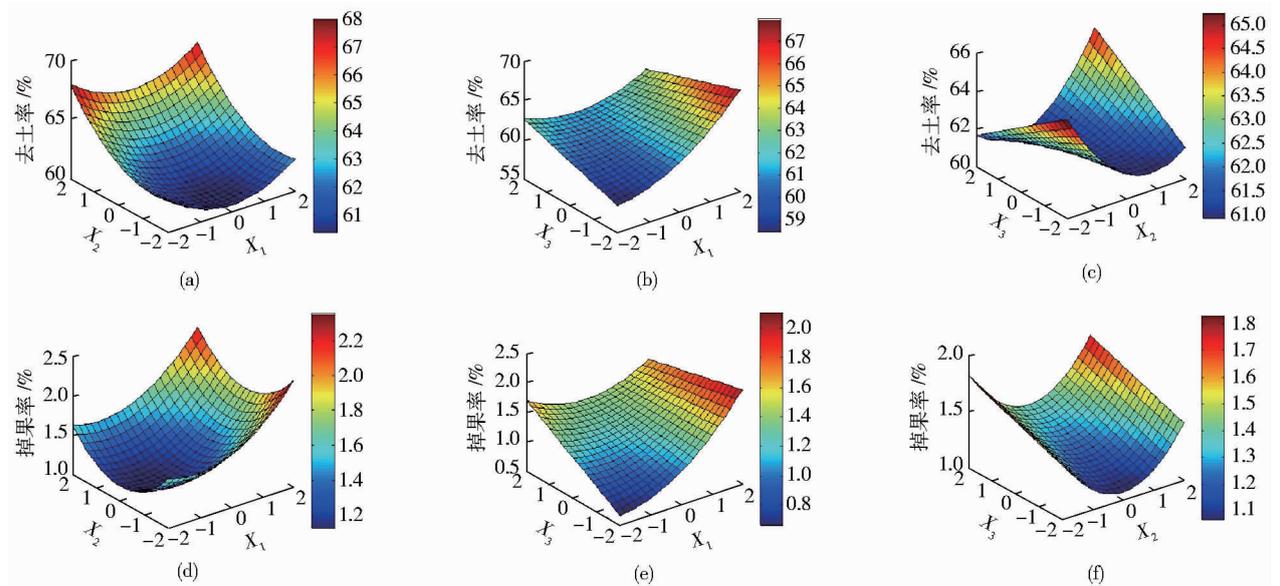


图5 每两因素对去土装置性能的影响

Fig. 5 Interaction influence of two factors on removing soil device

表5 参数优化结果

Tab. 5 Optimization result of parameters

参数	转速/($r \cdot \min^{-1}$)	偏心距/mm	弹齿臂长度/mm
数值	23	38	125

表6 最佳参数及试验结果

Tab. 6 Best combinations of parameters and test results

理论值			试验值		
y_1	y_2	F	y_1	y_2	F
63.27	1.15	62.12	64.93	1.97	62.96

性能试验。在这3种收获机工作幅宽、作业速度均相同的条件下对比,选择条件比较均匀的试验田,保证试验的可信性^[20]。通过对比试验结果,综合对比3种机械的去土率、掉果率等性能,试验结果统计如表7所示。

表7 去土装置性能对比

Tab. 7 Contrast of removing soil devices' performance

去土装置	去土率	掉果率
上下摆拍式	60.34	1.77
横向摆拍式	60.14	1.84
弹齿式	64.93	1.97

对比表明:弹齿式去土装置去土效果明显增加,尤其在去除果根内部的土石效果上有了明显提升,避免了内部的土石在后续摘果作业凹版的堵塞。田

间连续作业时,花生联合收获机采用前两种去土装置作业过程中需多次停机清理杂物,而采用弹齿式去土装置的仅有一次停机。弹齿式去土装置比上下摆拍式、横向摆拍式的掉果率略有增加,但指标远低于NY/T 502—2002规定的5%的标准。

4 结论

(1) 弹齿式去土方法相对于上下摆拍式和横向摆拍式去土方法依靠自重去土改为强制去土,提高了去土效果,确保了花生联合收获稳定连续进行。

(2) 以偏心轮转速、偏心距和弹齿臂长度为自变量,去土率和掉果率为目标函数,进行了三因素二次通用旋转组合设计试验分析,确定了弹齿式去土装置的工作参数及结构参数与去土装置性能指标的影响关系。

(3) 由回归方程得出,偏心轮转速、偏心距和弹齿臂长度对于去土率和掉果率的影响主次顺序不同。去土率影响主次顺序为:偏心轮转速、弹齿臂长度、偏心距;掉果率影响主次顺序为:偏心距、弹齿臂长度、偏心轮转速。

(4) 根据花生联合收获机去土装置的作业要求,由优化计算可知:当偏心轮转速为23 r/min、偏心距为38 mm、弹齿臂长度为125 mm,去土装置的综合性能达到最优。

参 考 文 献

- 刘曙光,尚书旗,王方艳,等. 4H-2型花生收获机主要参数田间试验研究[J]. 农机化研究, 2006(12): 171-173.
Liu Shuguang, Shang Shuqi, Wang Fangyan, et al. Experimental research on the effect of main parameters on the 4H-2 model

- peanut harvester[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research,2006(12):171-173. (in Chinese)
- 2 杨然兵,尚书旗. 挖掘收获多功能曲面铲的设计与试验[J]. 农业工程学报,2012,28(增刊2):47-52.
Yang Ranbing, Shang Shuqi. Design and test of multifunctional curved-surface shovel in digging harvest[J]. Transactions of the CSAE,2012,28(Supp. 2):47-52. (in Chinese)
- 3 陈有庆,王海鸥,胡志超. 半喂入花生联合收获损失成因与控制对策研析[J]. 中国农机化,2011(1):72-77.
Chen Youqing, Wang Haiou, Hu Zhichao. Research and analysis on harvest loss causes and control strategies of half-feeding peanut combine harvester[J]. Chinese Agricultural Mechanization,2011(1):72-77. (in Chinese)
- 4 陈书法,李耀明,孙星钊. 花生联合收获机挖掘装置的设计研究[J]. 中国农机化,2005(1):47-49.
- 5 胡志超,王海鸥,王建楠,等. 4HLB-2型半喂入花生联合收获机试验[J]. 农业机械学报,2010,41(4):79-84.
Hu Zhichao, Wang Haiou, Wang Jiannan, et al. Experiment on 4HLB-2type half feed peanut combine harvester[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2010,41(4):79-84. (in Chinese)
- 6 胡志超,王海鸥,彭宝良,等. 4HLB-2型花生联合收获机清土机构运动分析与试验[J]. 农业机械学报,2011,42(增刊):142-146.
Hu Zhichao, Wang Haiou, Peng Baoliang, et al. Motion analysis and experiment on clod cleaner of 4HLB-2 type peanut combine harvester[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2011,42(Supp.):142-146. (in Chinese)
- 7 尚书旗,王方艳,刘曙光,等. 花生收获机械的研究现状与发展趋势[J]. 农业工程学报,2004,20(1):20-25.
Shang Shuqi, Wang Fangyan, Liu Shuguang, et al. Research situation and development trend on peanut harvesting machinery[J]. Transactions of the CSAE,2004,20(1):20-25. (in Chinese)
- 8 张建,魏宏安. 4M-2型马铃薯联合收获机土薯分离运动仿真[J]. 甘肃农业大学学报,2009,44(3):153-157.
Zhang Jian, Wei Hongan. Moving simulation on potato and soil separating by 4M-2 potato-harvester[J]. Journal of Gansu Agricultural University, 2009, 44(3): 153-157. (in Chinese)
- 9 孙同珍,尚书旗. 4HQL-2型花生联合收获机摘果及清选部件的研制[J]. 农机化研究,2009,31(6):54-57.
Sun Tongzhen, Shang Shuqi. Design of stripping and 24 cleaning system of 4HQL-2 type full-feed peanut combine[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2009, 31(6):54-57. (in Chinese)
- 10 胡志超,彭宝良,尹文庆,等. 多功能根茎类作物联合收获机设计与试验[J]. 农业机械学报,2008,39(8):58-61.
Hu Zhichao, Peng Baoliang, Yin Wenqing, et al. Design and experiment of multifunctional root-tuber crops combine [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2008,39(8):58-61. (in Chinese)
- 11 胡志超,彭宝良,谢焕雄,等. 升运链式花生收获机的设计与试验[J]. 农业机械学报,2008,39(11):220-222.
Hu Zhichao, Peng Baoliang, Xie Huanxiong, et al. Design and experiment research on elevating-chain type peanut harvester[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2008,39(11):220-222. (in Chinese)
- 12 尚书旗,李国莹,杨然兵,等. 4HQL-2型全喂入花生联合收获机的研制[J]. 农业工程学报,2009,25(6):125-130.
Shang Shuqi, Li Guoying, Yang Ranbing, et al. Development of 4HQL-2 type whole-feed peanut combine[J]. Transactions of the CSAE,2009,25(6):125-130. (in Chinese)
- 13 NY/7502—2002 花生收获机作业质量标准[S]. 2002.
NY/7502—2002 Peanut harvesting machine operating quality standards[S]. 2002. (in Chinese)
- 14 张宏梅,陆明. 正交回归法在机械优化设计中的应用[J]. 解放军理工大学学报,2002,3(4):50-53.
Zhang Hongmei, Lu Ming. Orthogonal regression method application in mechanical optimal design[J]. Journal of PLA University of Science and Technology, 2002, 3(4): 50-53. (in Chinese)
- 15 王晓燕,梁洁,尚书旗,等. 半喂入式花生摘果试验装置的设计与试验[J]. 农业工程学报,2008,24(9):94-98.
Wang Xiaoyan, Liang Jie, Shang Shuqi, et al. Design and experiment of half feeding type peanut picker[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(9): 94-98. (in Chinese)
- 16 王方艳,梁洁,尚书旗,等. 花生收获机传动系统的运动机理分析与参数优化[J]. 农业机械学报,2006,37(6):49-53.
Wang Fangyan, Liang Jie, Shang Shuqi, et al. Motion theory analysis and parameters optimization of transmission on 4H-2 type peanut harvester[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2006,37(6):49-53. (in Chinese)
- 17 王东伟,尚书旗,韩坤. 4HJL-2型花生捡拾摘果联合收获机的设计与试验[J]. 农业工程学报,2013,29(11):27-36.
Wang Dongwei, Shang Shuqi, Han Kun. Design and test of 4HJL-2 harvester for peanut picking-up and fruit-picking[J]. Transactions of the CSAE, 2013, 29(11): 27-36. (in Chinese)
- 18 杨然兵,徐玉凤,尚书旗,等. 花生联合收获机去土装置的设计与对比试验[J]. 农机化研究,2009(6):106-109.
Yang Ranbing, Xu Yufeng, Shang Shuqi, et al. Design and comparative test of removing-soil device of peanut combine harvester [J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2009(6):106-109. (in Chinese)
- 19 杨然兵. 4HQL-2型花生联合收获机主要装置的设计与试验研究[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2009.
Yang Ranbing. Study on design principle and tests for main parts of 4HQL-2 peanut combine [D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2009. (in Chinese)
- 20 GB/T 5262—2008 农业机械试验条件、测定方法的一般规定[S]. 2008.
GB/T 5262—2008 Measuring methods for agricultural machinery testing conditions, general rules[S]. 2008. (in Chinese)
- 21 杨然兵,柴恒辉,尚书旗. 花生播种机倾斜圆盘碟式排种器设计与性能试验[J]. 农业机械学报,2014,45(6):79-84.
Yang Ranbing, Chai Henghui, Shang Shuqi. Performance of metering device with declined discon peanut seeder[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2014,45(6):79-84. (in Chinese)

Wang Wenming, Wang Chunguang. Parameter analysis and simulation of spring-finger cylinder pickup collector [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012, 43(10): 10-11. (in Chinese)

- 14 王振华,王德成,刘贵林,等. 方草捆压捆机捡拾器参数设计[J]. 农业机械学报, 2010, 41(增刊): 107-109.

Wang Zhenhua, Wang Decheng, Liu Guilin, et al. Pickup parameters design of square baler [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(Supp.): 107-109. (in Chinese)

- 15 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.

Design and Parameters Analyses of Automatic Height Profiling Device of Quadrate-bale Baler Pickup

Yin Jianjun Liu Danping Li Yaoming

(Key Laboratory of Modern Agricultural Equipment and Technology, Ministry of Education, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: An automatic height profiling device with spring force-balance is designed to solve the problem of ground profiling in side-lining type of quadrate-bale baler pickup. Based on the analysis of statics and kinematics to the profiling device, the profiling performance is evaluated by the vertical direction force of profiling wheel and the profiling error. The effects of the kinematic parameter (λ) of pickup, the length (L) of the swimming arm and the amplitude (H) of the ground on the profiling performance are analyzed. The appropriate pickup movement parameters and profiling device structure parameters are determined by making a comparative analysis on the profiling error of the end of spring-finger and vertical direction force of profiling wheel. These results show that the profiling device can fulfill the requirements of a wavy terrain which varies between ± 8 cm and ± 12 cm, when the unit speed (v_i) moves from 5 km/h to 7.9 km/h and the length (L) of the swing arm of profiling wheel is 358 mm. The prototype test shows that the profiling device can adapt to wavy field and make the spring-finger of pickup have suitable ground clearance. The profiling error can be controlled between -4 mm and 18 mm.

Key words: Baler Pickup Profiling device Parameter analysis

(上接第 71 页)

Experiment on Removing Soil Device with Spring Tooth of Peanut Combine Harvester

Yang Ranbing Chai Henghui Shang Shuqi

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

Abstract: Removing-soil devices are very important to the peanut combine harvester, and directly affect the work performance of the follow-up peanut stripping devices. According to the poor performance in removing soil of the traditional removing-soil devices used in the peanut combine harvester, a new removing soil device with spring tooth is designed. Based on the analysis of removing-soil principle, this paper analyzes the performance of removing soil and gets the regression equation between eccentric-wheel speed, eccentricity, spring tooth arm and removing soil performance index (removing soil rate and peanuts falling rate). Finally, this paper draws a conclusion that the optimum removing soil performance can be obtained under the condition as following: eccentric wheel speed is 23 r/min, the eccentricity is 38 mm, the length of spring tooth's arm is 125 mm. Every index of the performance meets the demands of design.

Key words: Peanut Combine harvester Removing soil device with spring tooth Design Experiment