

4LBZ-125 型半喂入水稻联合收割机割台性能试验

魏宵¹, 谢方平^{1,2*}, 李仲凯¹, 王小龙¹, 梅婷¹

(1. 湖南农业大学 工学院, 湖南 长沙 410128; 2. 湖南省现代农业装备工程技术研究中心, 湖南 长沙 410128)

摘 要: 针对 4LBZ-125 型半喂入水稻联合收割机割台存在输送不畅的问题, 设计了以该收割机割台为原型的室内试验台, 以输送效果、切割效果、扶禾效果和其他效果等为评价依据, 对割台扶禾速度、切割速度、输送速度和机器行走速度等进行了正交试验和单因素试验。正交试验结果表明, 影响割台性能的主要因素是行走速度和输送速度; 单因素试验结果表明, 割台正常工作最佳参数为扶禾速度 0.8 m/s、切割速度 0.85 m/s、输送速度 1.1 m/s、行走速度 0.675 m/s。对正交试验结果较佳组合和单因素最佳参数组合进行验证对比试验, 结果表明, 单因素最佳参数组合输送效果最好, 能较好地满足生产要求。

关 键 词: 半喂入水稻联合收割机; 割台; 性能试验

中图分类号: S22 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2012)03-0337-04

Functional experiments on cutting table of 4LBZ-125 head-feed rice combine

WEI Xiao¹, XIE Fang-ping^{1,2*}, LI Zhong-kai¹, WANG Xiao-long¹, MEI Ting¹

(1. College of Engineering, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2. Hunan Modern Agricultural Equipment Engineering Technology Research Center, Changsha 410128, China)

Abstract: Cutting table blocking is one of the common and serious problems for 4LBZ-125 head-feed rice combine. To improve it, an indoor test-bed based on this combine is designed. Taking the comprehensive score as evaluation indicator, the orthogonal and single factor tests were done on crop-lifting speed, cutting speed, transmission speed and walking speed of the machine. The orthogonal test showed that the walking speed and transmission speed had great influence on header performance. And the single factor test showed that the best speed parameter for crop lifting, cutting, transmission and machine walking is 0.8 m/s, 0.85 m/s, 1.1 m/s and 0.675 m/s, respectively. Validation and contrast tests were done between the combination of orthogonal test and the best parameter combination of single factor test. The result showed that the single factor parameter combination had the best transmission efficiency and satisfied the production requirements.

Key words: head-feed rice combine; cutting table; functional experiment

湖南省水稻产区大部分农田田块小、泥脚深, 只适应于小型收割机作业。目前市场上各类小型收割机大都为全喂入式, 水稻收割作业时功率消耗大, 损失率高, 同时不能完整保留稻草, 不利于稻草的开发再利用^[1]。为开发适合丘陵、山地等地理条件的小型水稻半喂入收割机, 在综合国内外同类机型优点的基础上, 湖南农业大学与湖南农友机械

集团有限公司联合开发了 4LBZ-125 型半喂入水稻联合收割机, 采用橡胶履带行走装置, 配 23 kW 柴油机为动力, 具有结构简单, 操作方便, 通过性能好, 价格低廉等优点。

4LBZ-125 型半喂入收割机割幅 125 cm, 分禾行数为 4 行, 割刀装置采用动刀往复式, 割茬调节范围为 50~200 mm, 作业效率为 0.2 hm²/h^[2]。针对

收稿日期: 2012-02-16

项目基金: 湖南省科技计划项目(2009NK3100)

作者简介: 魏宵(1986—), 男, 湖南常德人, 硕士研究生, 主要从事农业机械设计研究, weixiaoweidu@163.com; *通信作者, hunanxie2002@163.com

该联合收割机在实际应用过程中存在割台输送不畅、易堵塞等问题^[3-4],笔者利用室内试验台进行了试验,以输送效果、切割效果、扶禾效果和其他效果等 4 个指标综合评分为评价依据,对割台扶禾速度、切割速度、输送速度和机器行走速度等进行了正交试验和单因素试验^[5-7],以期筛选较优参数,为改进优化割台性能提供依据。

1 试验材料及装置

1.1 材料

2011 年 10 月,按 GB/T 5262—2008^[8]的一般规定,在湖南省农业科学院试验田取样,水稻品种为农湘 21,长势较好,稻秆青绿粗壮,自然高度平均为 100 cm,种植密度(行距×株距)30 cm×30 cm,籽粒含水率为 30%,茎秆含水率为 77%,草谷比为 1.687。

1.2 试验装置及工作原理

试验装置为割台试验台(图 1),割台主要由扶禾器、切割器和输送夹持链组成。其工作原理是:随着各调速电机启动,装载成熟水稻的台车以一定速

度匀速前进,扶禾器将水稻拨向切割器,并靠输送链的夹持杆和夹持弹簧的共同作用将水稻输送并压弯送入脱粒装置。试验前,对喂入行走速度、扶禾速度、切割速度和输送速度等进行标定。试验中,固定割台不动,台车载着水稻向割台前进以模拟田间作业^[9-11]。根据割台与水稻田间分布特征,设计装载台车总长为 10 m,宽 1.25 m,共设 4 行,30 排,行距与株距都为 30 cm。试验时,将水稻植株按照每穴 25 株(田间统计每穴水稻平均约 25 株)分好,再将水稻植株插入台车上夹持装置内固定。试验动力选用 YCT 系列 1.1 kW 和 3 kW 电磁调速电动机共 4 台,调速部件选用 JD1A-40 电磁调速电动机控制器,调速控制器可以直接读出所需转速,由于传动比 $i=1$,半径 r 分别已知,根据公式 $v=(2\pi r/60)n$,可得出各速度值。

2 方法

试验参照 GB/T8097—2008^[12]方法进行。由于试验前对影响试验结果的各因素情况不明朗,采取了先通过正交试验摸索各影响因素变化趋势,再进行单因素试验的步骤,确定符合生产实际的最佳参数,并进行验证试验。

2.1 正交试验

对影响割台性能的 4 因素即切割速度、扶禾速度、输送速度和行走速度进行 $L_{27}(3^{13})$ 正交试验^[13],试验因素水平见表 1。

表 1 正交试验因素水平

Table 1 Levels of experimental factors					m/s
水平	切割速度(A)	扶禾速度(B)	输送速度(C)	行走速度(D)	
1	0.7	0.9	0.88	0.80	
2	1.3	0.7	1.32	0.30	
3	1.0	1.1	1.76	0.55	

2.2 单因素试验

2.2.1 行走速度

固定切割速度为 1.0 m/s、扶禾速度为 0.7 m/s、输送速度为 0.88 m/s,调节行走速度分别为 0.300、0.425、0.550、0.675、0.800 m/s,考察行走速度对割台性能的影响,确定较佳行走速度。

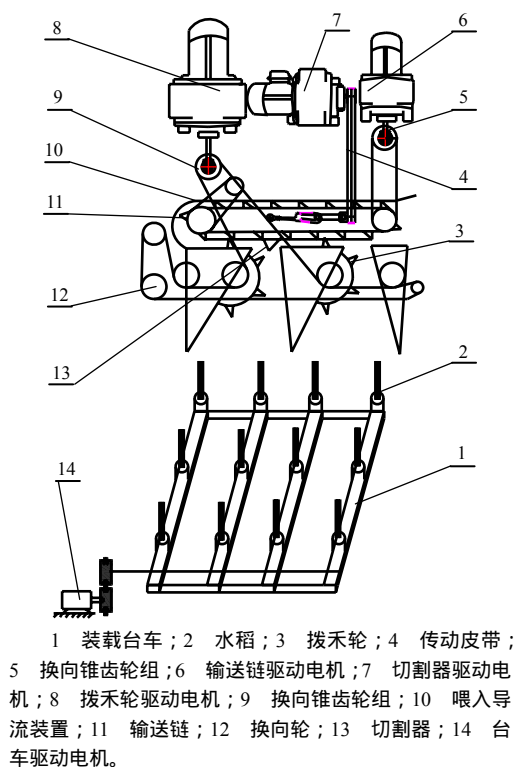


图 1 试验装置

Fig.1 Experimental structure

2.2.2 输送速度

固定切割速度为 1.0 m/s、扶禾速度为 0.7 m/s、行走速度为 0.675 m/s，调节输送速度分别为 0.88、1.10、1.32、1.54、1.76 m/s，考察输送速度对割台性能的影响，确定较佳输送速度。

2.2.3 切割速度

固定扶禾速度为 0.7 m/s、输送速度为 1.1 m/s，行走速度为 0.675 m/s，调节切割速度分别为 0.70、0.85、1.00、1.15、1.30 m/s，考察切割速度对割台性能的影响，确定较佳切割速度。

2.2.4 扶禾速度

固定切割速度为 0.85 m/s、输送速度为 1.1 m/s、行走速度为 0.675 m/s，调节扶禾速度分别为 0.7、

0.8、0.9、1.0、1.1 m/s，考察扶禾速度对割台性能的影响，确定较佳扶禾速度。

2.3 评价指标

针对现有机型存在的问题，通过问卷调查，根据 15 位专家反馈的意见，确定割台输送、切割、扶禾和其他因素(振动和损失)对割台性能的影响权重分别为 0.4、0.3、0.2、0.1。各指标及其评分标准见表 2。按综合评分法^[13]，统计综合得分即为试验结果。输送效果、扶禾效果、振动和损失等通过肉眼观测判定；切割效果用漏割损失表示，根据掉落在机器和地面上的谷粒以及未完全割下的谷穗、谷粒质量之和计为漏割损失质量占同批次喂入的谷粒总质量的百分比来评定。

表 2 试验指标评分

Table 2 Evaluation system of test indexes							
输送效果		切割效果		扶禾效果		其他(振动和损失)	
评价标准	分值	评价标准	分值	评价标准	分值	评价标准	分值
输送顺畅	40	0 < 漏割损失 ≤ 1.0%	30	扶起全部茎秆	20	特别严重	0
输送轻微卡滞 1 ~ 2 次	30	1.0% < 漏割损失 ≤ 2.5%	15	扶起 2/3 茎秆	12	严重	2
输送较卡滞	20	漏割损失 > 2.5%	0	扶起 1/3 茎秆	6	较大	4
输送严重卡滞	10			不能扶起	0	一般	6
不能输送	0					轻微	8

3 结果与分析

3.1 影响割台性能的因素

对正交试验结果进行极差分析，得到： $R_D > R_C > R_{B \times D} > R_A > R_B$ ，各因素对割台性能的影响程度大小依次为行走速度、输送速度、扶禾速度和行走速度之

间交互作用、切割速度、扶禾速度。方差分析结果表明，输送速度、行走速度、扶禾速度和行走速度交互作用等因素对割台性能的影响显著，试验得到较优方案为 $A_3B_2C_1D_1$ ，即切割速度 1 m/s，扶禾速度 0.7 m/s，输送速度 0.88 m/s，行走速度 0.8 m/s。

表 3 正交试验结果

Table 3 Results of orthogonal test							
试验组合		综合评分		试验组合		综合评分	
A ₁ B ₁ C ₁ D ₁	88	A ₂ B ₁ C ₃ D ₃	84	A ₃ B ₁ C ₂ D ₂	94		
A ₁ B ₁ C ₁ D ₂	86	A ₂ B ₁ C ₃ D ₁	94	A ₃ B ₁ C ₂ D ₃	46		
A ₁ B ₁ C ₁ D ₃	56	A ₂ B ₁ C ₃ D ₂	94	A ₃ B ₁ C ₂ D ₁	96		
A ₁ B ₂ C ₂ D ₁	94	A ₂ B ₂ C ₁ D ₃	94	A ₃ B ₂ C ₃ D ₂	92		
A ₁ B ₂ C ₂ D ₂	54	A ₂ B ₂ C ₁ D ₁	96	A ₃ B ₂ C ₃ D ₃	92		
A ₁ B ₂ C ₂ D ₃	54	A ₂ B ₂ C ₁ D ₂	94	A ₃ B ₂ C ₃ D ₁	98		
A ₁ B ₃ C ₃ D ₁	86	A ₂ B ₃ C ₂ D ₃	31	A ₃ B ₃ C ₁ D ₂	96		
A ₁ B ₃ C ₃ D ₂	68	A ₂ B ₃ C ₂ D ₁	84	A ₃ B ₃ C ₁ D ₃	96		
A ₁ B ₃ C ₃ D ₃	96	A ₂ B ₃ C ₂ D ₂	94	A ₃ B ₃ C ₁ D ₁	98		

3.2 行走速度对割台性能的影响

由表 4 可知，行走速度为 0.3~0.675 m/s 时，割台性能指标综合评分不断增加，但行走速度大于 0.675 m/s 后，综合评分反而下降。说明当行

走速度为 0.675 m/s 时，扶禾器能连续将水稻扶起，切割器每个割刀行程都能切割到水稻，同时输送链均匀将谷物送出割台，整个工作过程能有序完成。

表 4 单因素试验结果

Table 4 Results of single factor test						m/s	
行走速度	综合评分	输送速度	综合评分	切割速度	综合评分	扶禾速度	综合评分
0.300	84	0.88	94	0.70	81	0.7	86
0.425	94	1.10	96	0.85	96	0.8	96
0.550	95	1.32	86	1.00	94	0.9	95
0.675	96	1.54	84	1.15	92	1.0	94
0.800	84	1.76	84	1.30	67	1.1	86

3.3 输送速度对割台性能的影响

当输送速度为 0.88~1.10 m/s 时,综合评分不断增高;当输送速度为 1.10~1.76 m/s 时,综合评分却反而下降,说明输送速度为 1.1 m/s 时,单位时间内机器的收割量与输送链的输送谷物量相匹配。

3.4 切割速度对割台性能的影响

当切割速度为 0.70~0.85 m/s 时,综合评分增加;当切割速度为 0.85~1.30 m/s 时,综合评分减小,说明当切割速度为 0.85 m/s 时,切割器能及时有效将水稻茎秆切断,无用功耗损失减小,割茬短而整齐,综合评分最高。

3.5 扶禾速度对割台性能的影响

当扶禾速度为 0.7~0.8 m/s 时,综合评分增加,当扶禾速度为 0.8~1.1 m/s 时,综合评分减小。说明当扶禾速度为 0.8 m/s 时,与切割、输送和行走速度的匹配较好,割台工作效能良好,综合评分较高。

4 验证与对比试验

由于单因素试验反映的规律与正交试验结果有所差异,选取单因素试验中各因素最佳水平组合,即行走速度 0.675 m/s,输送速度 1.1 m/s,扶禾速度 0.8 m/s,切割速度 0.85 m/s,与正交试验结果中较佳组合及综合评分较高相近水平组合,即 $A_3B_2C_1D_1$ 、 $A_3B_2C_3D_1$ 和 $A_3B_3C_1D_1$,进行 3 次重复试验,以进一步确认试验结果的正确性。结果,最佳单因素水平组合的综合平均得分最高,为 94.67 分,即当行走速度为 0.675 m/s、输送速度为 1.1 m/s、扶禾速度为 0.8 m/s、切割速度为 0.85 m/s 时,割茬较

整齐,且水稻植株能较好地扶起切割,并均匀输送到割台排草口。 $A_3B_2C_1D_1$ 得分 88.3 分, $A_3B_2C_3D_1$ 得分 80.67 分, $A_3B_3C_1D_1$ 得分 94 分,较好反映了正交试验及单因素试验结果的可靠性,因此认为最佳单因素水平组合是最优组合。

参考文献:

- [1] 王晓朴. 联合收割机堵塞故障分析[J]. 河北农机, 2000(3): 18.
- [2] GB/T20790—2006, 半喂入联合收割机技术条件[S].
- [3] 金成烈. 谈半喂入联合收割机可靠性[J]. 农机科技推广, 2007(2): 18-20.
- [4] 班景洋, 雷风宝. 半喂入式联合收割机故障分析及预防[J]. 湖南农机, 2009(3): 58-59.
- [5] 景枫. 立式玉米割台横向输送装置结构运动参数的试验研究[D]. 郑州: 河南科技大学工学院, 2011.
- [6] 景枫, 周学建, 师清翔, 等. 玉米秸秆横向输送装置结构运动参数试验研究[J]. 河南科技大学学报: 自然科学版, 2011, 32(4): 60-64.
- [7] 王兰义. 立式玉米割台纵向引导、切割装置试验研究[D]. 郑州: 河南科技大学工学院, 2011.
- [8] GB/T5262—2008, 农业机械试验条件测定方法的一般规定[S].
- [9] 韩豹, 蒋亦元, 吴文福. 倒伏超级稻割前摘脱台试验[J]. 农业工程学报, 2011, 27(6): 90-94.
- [10] 刘磊. 前倾禾秆横向输送器的试验理论研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学工程学院, 2000.
- [11] 王法昌. 玉米收获机定向输送装置的试验研究[D]. 郑州: 河南科技大学工学院, 2009.
- [12] GB/T8097—2008, 收获机械联合收割机试验方法[S].
- [13] 李云雁, 胡传荣. 试验设计与数据处理[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.

责任编辑: 罗慧敏