

一种油菜浅耕直播机排种排肥系统的改进

向伟^{1a}, 吴明亮^{1a,2*}, 官春云^{1b}, 罗海峰^{1a,2}, 杨洋^{1a}, 汤远菊^{1a}, 谢伟^{1a}

(1.湖南农业大学 a.工学院; b.油料作物研究所, 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: 针对油菜浅耕直播机在作业过程中出现漏种、漏肥等问题, 对湖南农业大学研制的 2BYD-6 型油菜浅耕直播施肥联合播种机排种排肥系统进行了改进, 将排种排肥动力系统由被动传动改为伺服电机主动驱动, 电机转速同步机具前进速度, 于种、肥箱下方与排种管末端设计并安装监控报警装置, 对肥料箱底部进行了改进设计, 同时增设覆土镇压装置。田间试验结果表明, 改进后的播种机生产率提高 15.4%, 并能对非正常排种、排肥进行自动报警。

关 键 词: 油菜浅耕直播机; 排种排肥系统; 改进

中图分类号: S223.2⁺⁴ 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2012)06-0669-04

Improvement of seeding and fertilizing system for rape shallow-tilling seeder

XIANG Wei^{1a}, WU Ming-liang^{1a,2*}, GUAN Chun-yun^{1b}, LUO Hai-feng^{1a,2}, YANG Yang^{1a}, TANG Yuan-ju^{1a}, XIE Wei^{1a}

(1.a.College of Engineering; b.Institute of Oil, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2.Hunan Provincial Engineering Technology Research Center for Modern Agricultural Equipment, Changsha 410128, China)

Abstract: In order to solve the problems of rape seed and fertilizer leaking in seeding process using shallow-tilling seeder, seeding and fertilizing system of 2BYD-6 shallow tilling and fertilizing seeder for rapes was improved. The driving power of the system was turned from passive driving to servo motor active driving, the forward speed of the machinery was synchronized by rotational speed of the motor, monitoring alarm system was installed below the seed box and the fertilizer box at the end of the seeding pipe, the bottom of fertilizer box was innovatively designed, and a device for soil-covering and pack rolling was added. Field test results showed that the pure working-hour productivity was improved by 15.4%, and abnormal seeding and fertilizing could be automatically alarmed.

Key words: shallow-tilling seeder machine rapes; seeding and fertilizing system; improvement

排种排肥系统是多功能播种机的核心部件之一, 种子、肥料在田间排放的精准性是衡量播种机质量的关键性指标^[1-3]。

针对直播机的研究大都集中在排种器上^[4-8], 将排种、排肥作为一个体系进行研究却鲜见报道。为此, 笔者针对湖南农业大学自主研制的2BYD-6型油菜浅耕直播施肥联合播种机(简称油菜浅耕直播机)的排种排肥系统在使用过程中存在漏种、漏肥等问

题, 对排种排肥动力传递系统进行了改进设计, 安装监控报警装置对排种排肥系统进行实时监控, 同时对肥料箱进行部分改进并增设覆土镇压装置, 以期实现油菜直播机作业中种、肥排放的精准性。

1 油菜浅耕直播机的结构及工作原理

1.1 总体结构

2BYD-6 型油菜浅耕直播机主要由机架、动力

收稿日期: 2012-04-18

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2010BAD01B06; 2011BAD20B08); 国家油菜产业技术体系项目(CARS-13)

作者简介: 向伟(1986—), 男, 湖南邵阳人, 硕士研究生, 主要从事农业机械创新设计与试验研究; *通信作者, mingliangwu0218@sohu.com

传递系统、排种排肥系统、浅耕、开沟及覆土系统等组成,其中,排种排肥系统主要由地轮传递系统、塔轮变速机构、种箱、肥箱、排种器、排肥器、排种轴、排肥轴、排种管、排肥管等组成^[9]。

1.2 工作原理

播种机启动后,通过地轮的被动转动提供动力,在塔轮变速机构控制传动比的同时传递动力带动排种轴、排肥轴的转动,将油菜种子、肥料排放于田间,通过浅耕、开沟及覆土部件的协同作用,一次性完成浅耕除草、灭茬、播种、施肥、开排水沟、覆土 6 种作业^[9]。

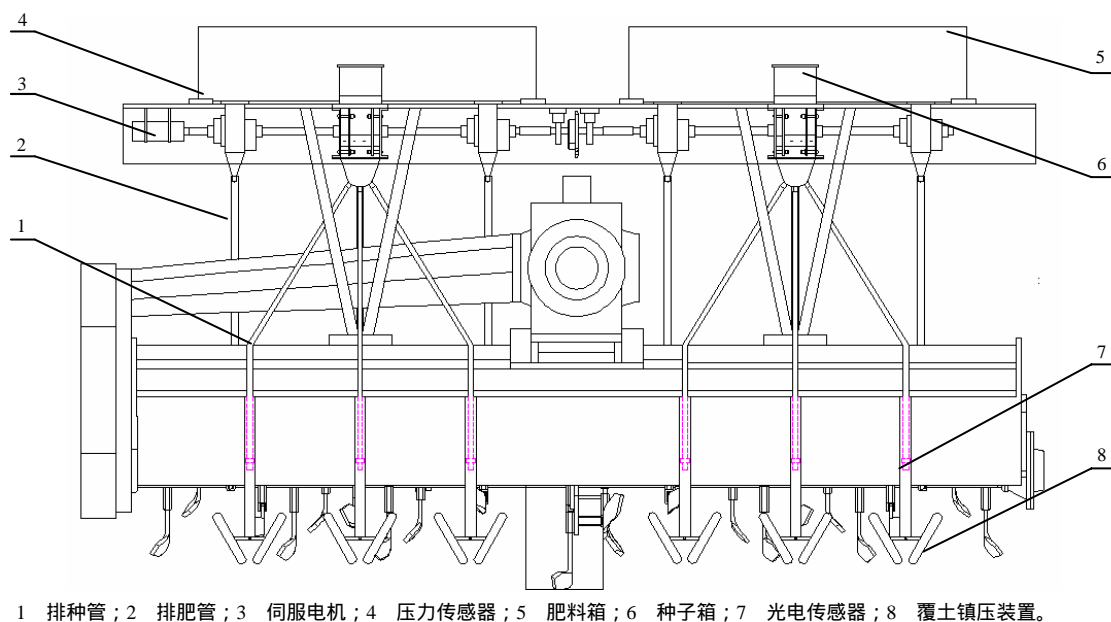
2 年多的田间试验结果表明,该播种机能基本满足稻田油菜浅耕直播的各项要求,但是在实际应用中,由于机手操作水平、田间土壤环境等多因素的影响,排种排肥系统仍存在一些不足。主要表现:在种、肥未能及时补充的情况下,出现漏播种、漏施肥;播种机在田间转弯和转移时出现重复播种、重复施肥;

在田间含水率超过 30%~40%时,出现堵塞种管、肥管出口而导致漏播种、少施肥等现象^[10-12]。针对上述问题,课题组综合各试验示范点情况及机具用户的意见,对排种排肥系统进行了改进设计。

2 关键部件改进设计

2.1 排种排肥动力系统的改进

现有浅耕直播机排种排肥系统动力由地轮通过链轮传动经塔轮机构变速后提供。由于南方稻茬田土壤粘重,杂草多,稻茬高,地轮在工作过程中因附着力过小而无法转动,导致排种、排肥器无动力驱动,出现漏播种、漏施肥。为此,将排种排肥系统改进为直接由伺服电机驱动,伺服电机传动轴通过联轴器直接驱动排种轴、排种轴经链轮将动力传递给排肥轴,从而实现排种、排肥同步进行,动力系统如图 1 所示。



1 排种管; 2 排肥管; 3 伺服电机; 4 压力传感器; 5 肥料箱; 6 种子箱; 7 光电传感器; 8 覆土镇压装置。

图 1 动力系统

Fig.1 The diagram of power system

吴明亮等^[1,13]研究指出,2BYD-6 型油菜浅耕直播机排种器在排种时的极限转速为 30~70 r/min,在该转速范围内,播种机的播量 $Q(\text{g}/\text{hm}^2)$ 与机具前进速度 $v(\text{m}/\text{s})$ 及排种轴转速 $n(\text{r}/\text{min})$ 有关,并且得到了播量 Q 与 v 、 n 之间的数学模型。

根据油菜播种的农艺要求,油菜播量 Q 为已知

的控制量,为满足设计要求,排肥轴的转速 n 设定为 30~70 r/min。由文献[3]得到安装 6 组外槽轮排肥器的排肥轴的驱动力偶矩为 20 N·m,本播种机的排肥轴上安装 6 组外槽轮排肥器,故排肥轴的驱动力偶矩为 20 N·m。经试验测得本播种机上安装 2 组排种器的排种轴的驱动力偶矩为 16 N·m,根据功率

与扭矩及电机转速的换算公式可得,所需电机的额定功率为 113.1 ~ 263.9 W。由此可选用 maxon RE35 型直流电机,功率 280 W。选用 24 V 的 3S-RC 型锂电池,可实现充电 1 次连续供电 24 h,满足播种机田间持续作业的需要。

选定后的伺服电机需进行速度控制,故选用 ISC3806-022G-600B-5E 型增量式光电编码器安装在拖拉机轮毂上测定机具行进速度 v ,实时将测定的速度信号传递给中央处理器,选用 ATmega128 单片机作为主控 CPU,通过信号的转换后伺服器控制电机的转速,从而控制排种轴、排肥轴的转速,实现所需的种子、肥料播量。

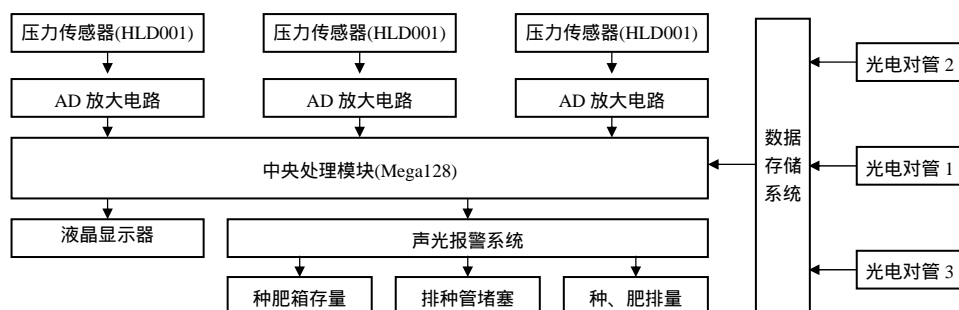


图 2 监控报警系统

Fig.2 The working principle diagram of monitoring alarm system

该系统通过采用压力传感器检测种箱、肥箱的内容物质量,来反映排种量和排肥量,同时也反映出种箱、肥箱内容物的存量。该系统将 HLD001 电阻应变式压力传感器安装在种箱和肥箱下方,通过分析压力传感器的受力值的变化,可得种箱、肥箱内容物的质量。当种箱、肥箱中种子、肥料的存量达到设定极限值时,系统自动进行声光报警。

为防止排种管因异物堵塞而引起漏播种,在排种管末端安装 3 组光电对管,当 2 组或 3 组光电对管于设定的时间内连续有信号产生,说明排种管末端被堵塞,此时系统自动进行光电报警。

2.3 肥料箱的改进

油菜浅耕直播机的肥料箱采用长方形箱体,底部为平板型,而常用的复合肥颗粒的自然休止角一般不大于 50° ,与金属间的摩擦角一般小于 40° ^[14],故施肥过程中易出现壅肥,同时机器工作结束后,很难清除箱体中剩余的肥料。将肥料箱的底部改进为斜槽型,其底部箱壁倾角设计为 60° ,不仅能有

2.2 监控报警装置

由于油菜浅耕直播机工作过程中,在种子、肥料未能及时补充的情况下易出现漏播种和漏施肥,同时,在经塔轮机构变速实现变量排种的过程中,受机具振动等因素的影响,排种、排肥均匀性差异性较大。为了实时监控排种、排肥量,在种箱、肥箱下方与排种管末端安装了一套监控报警系统,可实现对种箱和肥箱内容物的存量、排种和排肥量是否符合设定要求及排种管末端是否堵塞等的监控报警,及时提示操作人员排除故障。系统的工作原理如图 2 所示。

效防止肥料箱中的壅肥现象,而且施肥结束后能快速、彻底清理肥料箱中的剩余肥料。

2.4 增设覆土镇压装置

根据油菜种植农艺要求,提高油菜种子的发芽率需种子与土壤充分接触^[15]。鉴于直播的部分油菜种子会停留在破碎的稻茬上,油菜种子与土壤的接触不充分,在排种管后增设了覆土器及镇压轮,对刚播种于田间的油菜种子进行适当镇压,以保证种子与土壤的充分接触,促进种子对水分、土壤养分的吸收,可有效缩短种子的发芽时间,提高出苗率。

3 田间试验效果

2011 年 10 月,在湖南浏阳试验示范田对改进后排种排肥系统进行可靠性试验。试验田面积 8 hm^2 。结果表明,排种排肥系统改进前,播种机耗时 31 h,生产率为 $0.32 \text{ hm}^2/\text{h}$,改进后耗时约 26.3 h,生产率达 $0.38 \text{ hm}^2/\text{h}$,提高了 $0.04 \text{ hm}^2/\text{h}$;每次种箱和肥箱达到设定排空状态时,系统都会自动报警。

4 小 结

对排种排肥系统进行改进后的 2BYD-6 型油菜浅耕直播施肥联合播种机, 实现了稻茬田一次性完成灭茬、浅耕除草、施肥、播种、开沟、覆土、镇压等 7 项作业; 与改进前比较, 提高播种机生产率 15.4%; 排种排肥监控报警系统能针对不正常排种、排肥状况自动报警。

排种排肥系统的改进, 简化了机器的传动方式, 动力配置需求更小, 播种机结构更加紧凑, 机器工作性能提高, 故障率降低; 同时提高了工作效率, 降低了作业成本, 减轻了劳动强度, 使机器更具推广性; 机器田间运转近 30 h, 运转正常。

参考文献:

- [1] 吴明亮, 官春云, 高晓燕, 等. 偏心轮型孔轮式排种器排种油菜极限转速试验[J]. 农业工程学报, 2010, 26(6): 119-123.
- [2] 袁文胜, 金梅, 吴崇友, 等. 国内种肥施肥机械发展现状与思考[J]. 农机化研究, 2011(12): 1-5.
- [3] 张林焕. 变量施肥机液压无极调速控制系统的研究[D]. 长春: 吉林大学生物与农业工程学院, 2009.
- [4] 郭超永, 朱明. 我国油菜直播的研究现状[J]. 农机化研究, 2009(10): 223-226.
- [5] 陆黎, 胡建平, 王韩伟. 精密播种机监控系统的发展现状及创新研究[J]. 2005, 3(2): 13-16.
- [6] 汤楚宙, 罗海峰, 吴明亮, 等. 变容量型孔轮式排种器设计与试验[J]. 农业工程学报, 2010, 26(12): 114-119.
- [7] 廖庆喜, 黄吉星, 刘光, 等. 油菜播种机槽孔轮式精量排种器设计与试验[J]. 农业机械学报, 2011, 42(2): 63-66.
- [8] 袁文胜, 吴崇友, 金诚谦. 异性孔窝眼轮式油菜排种器设计与试验[J]. 农业机械学报, 2009, 40(5): 72-75.
- [9] 吴明亮, 官春云, 罗海峰, 等. 2BYD-6 型油菜浅耕直播施肥联合播种机设计与试验[J]. 农业工程学报, 2010, 26(11): 136-140.
- [10] 徐波, 汤楚宙, 官春云, 等. 2BYF-6 型油菜免耕直播联合播种机的改进及试验[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2008, 34(1): 109-111.
- [11] 吴明亮, 官春云, 汤楚宙, 等. 2BYF-6 型油菜免耕直播联合播种机旋耕开沟部件结构优化设计[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2008, 34(6): 735-738.
- [12] 吴明亮, 官春云, 汤楚宙, 等. 2BYF-6 型油菜免耕直播联合播种机田间试验研究[J]. 农业工程学报, 2008, 23(11): 172-174.
- [13] 高晓燕. 油菜变量播种系统试验研究[D]. 长沙: 湖南农业大学工学院, 2011.
- [14] 中国农业机械化科学研究院. 农业机械设计手册[K]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2007: 625-631.
- [15] 官春云. 优质油菜高效栽培关键技术[M]. 北京: 中国三峡出版社, 2009: 70-83.

责任编辑: 罗慧敏

英文编辑: 罗 维