

2BYD-6 型油菜浅耕直播施肥联合播种机设计与试验

吴明亮¹, 官春云², 罗海峰¹, 汤楚宙¹

(1. 湖南农业大学工学院, 长沙 410128; 2. 湖南农业大学油料所, 长沙 410128)

摘 要: 为解决南方冬油菜产区田间前茬作物留茬高及杂草丛生对油菜苗期生长的影响, 有必要在播种同时对土壤进行浅耕除草、灭茬。2BYD-6 型油菜浅耕直播施肥联合播种机, 将浅耕工作部件和旋转开沟部件安装在同一根刀轴上, 采用地轮传动提供排种、排肥系统动力。设计了用于改变排种、排肥轴转速从而达到调节和控制播种量和排肥量的变速机构。可以实现浅耕、灭茬、开排水沟、播种和施肥等联合作业。试验表明: 该播种机工作安全可靠, 灭茬率大于 95%, 漏耕率小于 5%。该机能够满足南方冬油菜的直播技术及农艺措施要求。

关键词: 农业机械, 试验, 设计, 播种机, 浅耕, 油菜

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2010.11.024

中图分类号: S223.2⁺4

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2010)-11-0136-05

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.

Wu Mingliang, Guan Chunyun, Luo Haifeng, et al. Design and experiments of 2BYD-6 shallow tilling and fertilizing seeder for rapeseeds[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(11): 136—140. (in Chinese with English abstract)

0 引 言

油菜是中国的主要油料作物, 中国食用植物油自给率仅 39.4%, 油菜生产的重要性已被提高到国家战略安全的高度。传统的油菜种植方式效率低, 劳动强度大。而留在农村从事农业生产者以老弱病残居多。依靠这种劳动力结构采用传统的生产方式无法满足大规模扩大油菜面积、增加油菜总产的要求。因此研制油菜生产系列机械, 组装、集成油菜高效栽培技术, 实现机械化生产是降低油菜生产劳动强度、提高生产效率, 达到大规模扩大油菜种植面积、增加菜籽总产、解决中国食用油安全问题的根本途径^[1-4]。

南方冬油菜产区冬前雨水充足, 导致田间杂草丛生, 严重影响油菜苗期生长, 而前茬作物收获后田间留茬高, 也严重影响油菜出苗, 为此, 在现有油菜免耕直播机的基础上^[5], 通过改进设计和优化组合, 研制出了集浅耕、灭茬、开排水沟、播种和施肥一次完成的油菜直播机^[6]。同时在该播种机上设计了用于改变排种、排肥轴转速从而达到调节和控制播种量和排肥量的变速机构。

1 总体结构及主要技术指标

1.1 样机结构及工作原理

2BYD-6 型油菜浅耕直播施肥联合播种机由 3 点悬挂连接于轮式拖拉机后方, 如图 1 所示。该机能一次完成浅耕、灭茬、开排水沟、播种和施肥等多项作业。

工作时, 根据排种、排肥量的要求, 调节排种、排

肥变速装置至指定档位。机组作业时, 地轮随机组运动, 通过与地轮轴相连的链轮将动力经塔轮调速机构传给排种轴, 再由排种、排肥轴传动链将动力传给排肥轴, 实现排种和排肥, 同时轮式拖拉机的动力输出轴经万向节带动中间齿轮变速箱, 变速箱将动力换向后由侧边链轮箱带动浅耕刀轴旋转进行开排水沟和浅耕作业。其作业顺序为: 先将肥料播撒在未耕地表面, 随后浅耕旋刀对土壤表层浅耕, 将表层土、杂草、稻茬与肥料拌和均匀, 同时由开沟刀盘开出排水沟并将沟内土壤抛撒至厢面实施覆土, 最后排种器将种子经排种管直接条播到厢面细碎的土壤表层而完成一个作业流程。

1.2 设计的技术要求

依据南方冬油菜种植农艺技术规程和作业习惯, 结合南方地形、地貌、气候等自然条件, 确定设计应满足的主要技术指标如表 1 所示。

表 1 主要技术参数
Table 1 Main technical parameters of the prototype

项 目	参 数
种子播量/(kg·hm ⁻²)	2.25~3.75
各行排量一致性变异系数/%	≤4
排种均匀性变异系数/%	≤35
肥料播量/(kg·hm ⁻²)	225~450
排水沟宽度/mm	240
排水沟深度/mm	≤200 (可调)
排水沟位置	中间开沟
排水沟形式	矩形沟
工作幅宽/mm	2 000
浅耕深度/mm	≤85
播种行数	6
行距/mm	340
浅耕漏耕率/%	≤5
灭茬率/%	≥95
纯工作小时生产率/(hm ² ·h ⁻¹)	0.3~0.4

收稿日期: 2010-02-28 修订日期: 2010-05-20

基金项目: 国家科技支撑项目 (2010BAD01B06); 现代油菜产业技术体系 (nycytx00509); 湖南省政府重大专项项目 (湘财农指[2009]84 号); 湖南省科技厅重大专项 (2009FJ1006-2); 长沙市科技局重点项目 (k0901079-21)
作者简介: 吴明亮 (1972—), 男, 湖南常宁人, 博士, 副教授, 中国农业工程学会会员 (E041200186S), 主要从事农业机械创新设计与试验研究。
长沙 湖南农业大学工学院, 410128. Email: mingliangwu0218@sohu.com

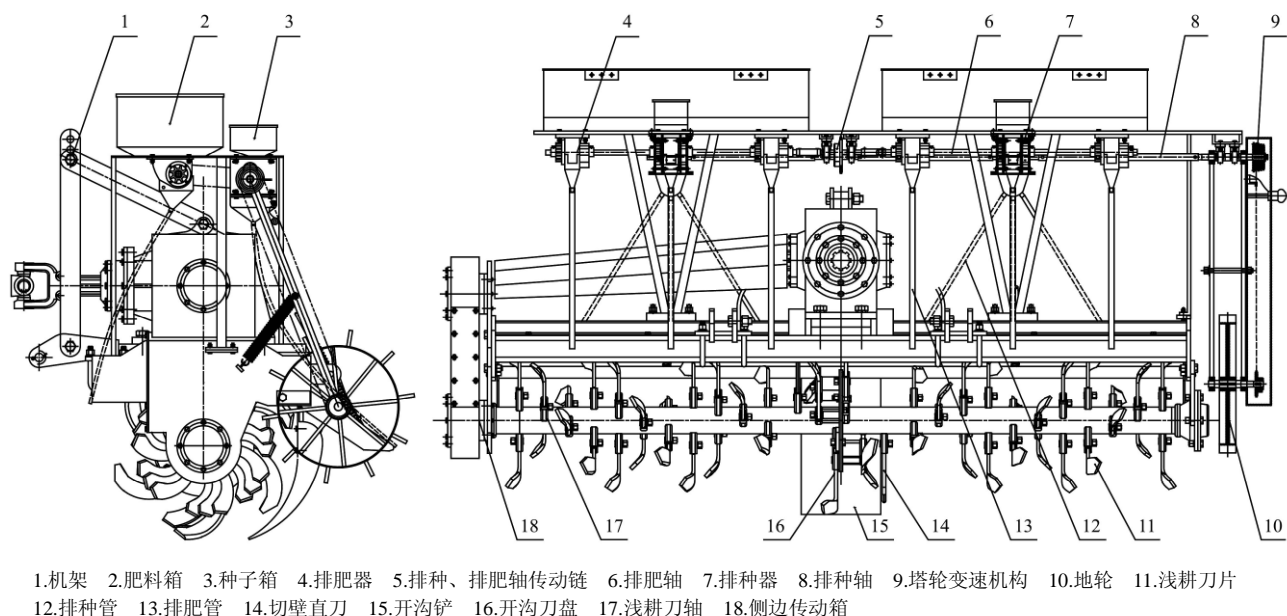


图 1 2BYD-6 型油菜浅耕直播施肥联合播种机结构简图

Fig.1 Sketch of 2BYD-6 type shallow tilling and fertilizing combine seeder for rapeseed

2 关键部件结构设计

2.1 地轮

地轮由轮圈、轮毂、板齿、加强板、筋条等组成。如图 2 所示。采用地轮代替驱动轮为排种、排肥系统提供动力,可避免驱动轮的滑转对排种排肥精度的影响,避免重播。地轮的工作外径决定了所提供的动力大小,且随地轮外径的增大而增大,因此在结构允许的前提下地轮外径越大其传动性能越好。考虑本机的结构,结合参考文献^[7-8]的研究结果,地轮设计直径为 360 mm。轮圈上的板齿间隙应保证在地面行走时具有一定的吃泥深度,且保证不夹泥。因此采用板齿沿圆周均匀布置。取板齿数量 10 个,板齿安装角度 22.5°,板齿径向长度 50 mm。

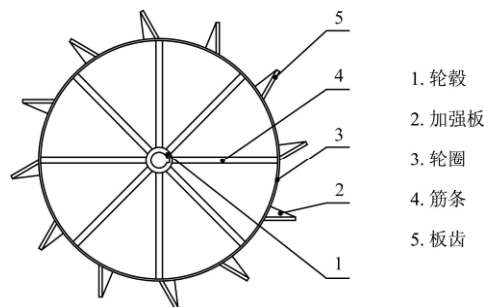


图 2 被动传动轮结构示意图

Fig.2 Structure diagram of passive power wheel

2.2 排种排肥变速系统

排种器采用自制的一器三行型孔轮式排种器,主要由排种轴,内齿型孔轮,左、右侧面板,小齿轮,中间壳体,护种环,推种轮、清种毛刷,卸种板等组成^[9]。在转速一定的情况下,排种量大小已由型孔大小所决定而无法改变,要改变排种量,只有改变其转速。

在该排种器转速试验中发现:在保证排种器排种均匀性和各行排量一致性达到国家标准前提下,该排种器排种轴在 30~70 r/min 的范围内,其单位时间的排种量与转速呈线性关系。基于该试验结论,设计了一套同心塔轮机构来主动改变排种排肥轴的转速,从而实现变量播种和施肥,变速机构如图 3 所示。塔轮变速系统主要由塔轮机构,支撑架,链条导向机构和拨链器等组成。通过转动控制手柄,由细长钢丝绳带动拨链器拨动传动链与塔轮上不同齿数的链轮啮合,而与地轮相连的主动链轮齿数不变,这样,通过改变传动比,实现排种轴上的转速的改变来调节排种器排种量的目的。

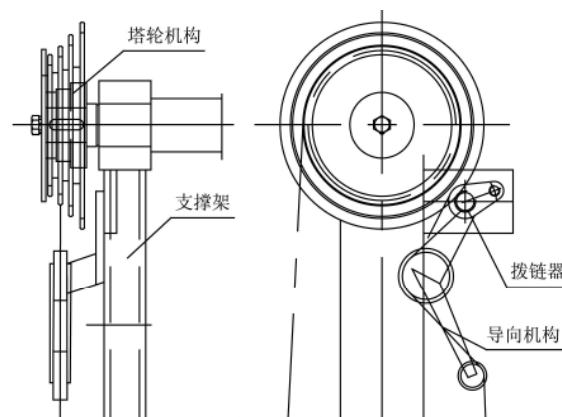


图 3 变速系统结构示意图

Fig.3 Sketch of variable velocity system

当播种机工作时拖拉机以低速 I 档前进。其速度为 2.37 km/h, 即 $v=0.6586$ m/s;

地轮直径设计为 $D=360$ mm, 角速度为

$$\omega_0 = \frac{2v}{D} = \frac{2 \times 0.65}{0.36} = 3.66 \text{ rad/s}$$

转化为转速

$$n_0 = \frac{30\omega_0}{\pi} = 34.99 \text{ (r/min)}$$

则公顷播量 Q 为

$$Q = 2qt \text{ (kg/hm}^2\text{)}$$

式中, q 为单个排种器单位时间排种量, g/min; 依据参考文献[10]中该排种器极限转速试验得到在 30~70 r/min 时, 其单个排种器(3 行)单位时间播种量与转速 n 满足 $q = 0.2283n + 0.6685$ 线性关系; n 为排种器排种轴转速, r/min, t 为播种机完成 10 000 m², 即 1 hm² 地播种所需时间, s; 故

$$Q = \frac{q(0.2283n + 0.6685)}{6v}$$

为实现公顷播种量在 $Q_1 = 2.25 \text{ kg/hm}^2$, $Q_2 = 3.00 \text{ kg/hm}^2$, $Q_3 = 3.75 \text{ kg/hm}^2$ 之间的变化, 则对应的转速为:

$$n_1 = 36.0; n_2 = 49.0; n_3 = 62.0$$

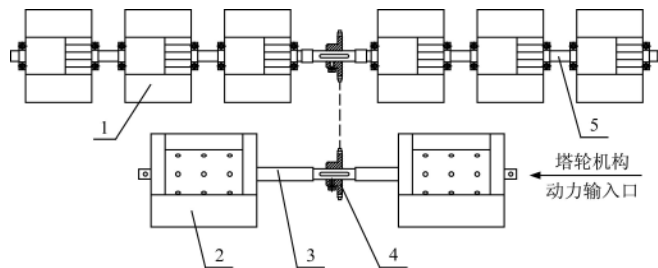
变速系统所对应的传动比为

$$i_1 = \frac{n_0}{n_1} = 0.972; i_2 = \frac{n_0}{n_2} = 0.714; i_3 = \frac{n_0}{n_3} = 0.565$$

故主动链轮齿数选择为: $Z_0 = 23$, 则对应塔轮上各级链轮齿数为: $Z_1 = i_1 Z_0 = 22$; $Z_2 = i_2 Z_0 = 16$; $Z_3 = i_3 Z_0 = 13$ 。

2.2 排种排肥系统

排种排肥系统主要由种子箱、肥料箱、排种器、外槽轮排肥器、链轮传动系统、排种轴和排肥轴等组成。排种排肥轴相互平行, 采用中间链轮传递动力, 6 个排肥器均布于排肥轴上, 排种器为一器 3 行, 对称布置于排种轴上。结构示意图如图 4 所示。



1. 外槽轮排肥器 2. 排种器 3. 排种轴 4. 排种排肥轴传动链 5. 排肥轴

图 4 排种排肥系统主要结构布置图

Fig.4 Main structure layout plan of seeding and fertilizing system

试验研究表明: 排肥器在一定的转速范围内确定的转速时其槽轮工作长度与排肥量成正比^[11]。因此, 取排种排肥轴的传动比 $i=1$ 。故有播种量由转速的变速来调整, 在转速改变后, 施肥量由槽轮长度来调节。

2.3 浅耕开沟系统

浅耕刀片、开沟刀盘在浅耕刀轴上安装示意图如图 5 所示, 浅耕开沟系统主要由浅耕刀片, 挡土板, 开沟刀盘和浅耕刀轴等组成。其中开沟刀盘由左弯刀、右弯刀、切壁直刀、刀盘体和刀座等组成^[12-13]。

依据油菜种植农艺要求, 厢面宽度为 2.0 m, 一厢 6 行种植, 因此选用侧边传动幅宽为 2 m 的大型旋耕机传

动系统和结构作为主体机架。刀轴上布置 III T175 型^[14]浅耕弯刀 44 把, 浅耕刀辊回转半径 175 mm; 刀片按双螺旋线排列。刀片在刀轴上的安装方法为: 从刀轴中间开始, 左边全装左弯刀, 右边全装右弯刀, 从而保证向排水沟两侧以外抛翻土, 实现厢面土壤中间高, 两边低, 有利于排水。

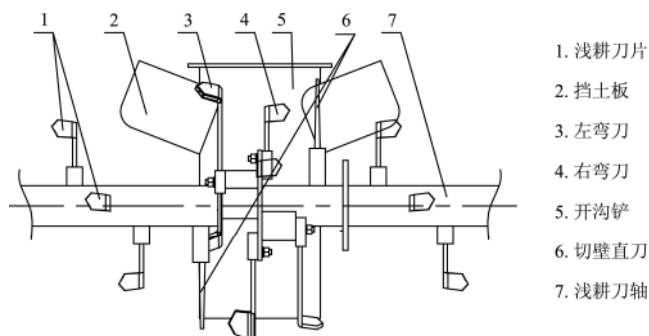


图 5 浅耕开沟机关键部分结构示意图

Fig.5 Diagram of seed-meter's principle structure

开沟刀盘为两半圆对接式, 安装在旋耕刀轴轴向正中间位置。采用螺栓与旋耕刀轴上的固定刀座连接在一起。开沟刀盘上安装 3 把左弯刀、3 把右弯刀, 弯刀选用 II T245 型^[14]。左右弯刀交替均布于刀盘两侧, 安装后沿浅耕刀轴方向尺寸为 240 mm (排水沟的沟宽), 刀盘回转半径为 260 mm。刀盘安装后, 在刀盘两侧的旋耕轴上沿横截面方向成 180° 布置 2 把直刀片, 安装后的直刀片回转半径与刀盘回转半径相同均为 260 mm。

3 样机试验

3.1 试验条件

2009 年 10 月, 在浏阳市永安镇示范基地对 2BYD-6 型油菜浅耕直播施肥联合播种机进行了试验, 并委托湖南省农业机械试验鉴定站, 依据谷物条播机技术条件^[15], 对试验条件和样机进行了测试。

图 6 为试验现场, 拖拉机行进速度为 2.37 km/h, 试验田块为全喂入联合收割机收获后的晚稻茬田, 田间平均留茬高度 450~500 mm, 土壤含水率 32%, 砂性土壤, 试验用地 0.5 hm²。



图 6 样机田间试验

Fig.6 Field experiment of prototype

3.2 试验结果及讨论

试验过程中, 样机运转平稳, 工作安全可靠, 能实现浅耕、灭茬、开排水沟、播种和施肥多项作业一次完成。测得主要作业性能指标^[15]如表 2 所示, 播后测算的出苗数如表 3 所示。

表 2 样机性能测试试验结果

Table 2 Test results of the prototype performance

工作效率/ ($\text{hm}^2 \cdot \text{h}^{-1}$)	厢宽/ cm	沟深/ mm	沟宽/ mm	浅耕深度/ mm	灭茬率/ %	漏耕率/ %
0.3	200	180	240	78	98.7	3
播种量/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)			排肥量/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)			
1 档	2 档	3 档	1 档	2 档	3 档	
2.20	2.82	3.56	231	353	478	

表 3 油菜出苗结果

Table 3 Comparison of rape emergence rate

每 667 m ² 理论苗数			每 667 m ² 实际苗数		
1 档	2 档	3 档	1 档	2 档	3 档
32 192	41 265	52 093	30 682	38 686	49 358

注: 1) 单位面积出苗率按种子千粒质量 4.2 g, 种子纯度 97%, 种子发芽率 96%, 播种过程中破碎率 1% 计算。2) 实际苗数依据油菜苗两片叶子时在单位面积内的苗数经计算得出。

由表 2 中试验数据可知: 浅耕、灭茬、开排水沟均达到设计指标要求。在变量播种和施肥上, 虽存在一定的误差, 播种量及排肥量的平均误差分别为 4.7%, 4.9%。但误差均控制在 5% 以内。产生误差的原因主要有 2 方面, 一方面是田间工作环境及机具本身振动的影响; 另一方面, 排种器、排肥器播量与转速关系是在室内台架试验的结果, 通过田间试验还需进一步修正。

由表 3 可见, 采用 2BYD-6 型油菜浅耕直播施肥联合播种机播种后其出苗率比理论值低, 计算其误差值均在 5% 以下, 且仍能保证基本苗在每 667 m² 3 万株以上的要求。说明该机具的田间作业性能是可靠的。

4 结 论

所设计的 2BYD-6 型油菜浅耕直播联合播种机, 实现了浅耕、灭茬、开排水沟、播种和施肥联合作业。该播种机工作安全可靠, 灭茬率大于 95%, 漏耕率小于 5%, 其他播种效果达到国家标准 JB/T6274.1—2001 要求。田间试验表明: 该播种机播种量及排肥量与理论计算值的平均误差分别为 4.7%, 4.9%, 田间出苗率比理论计算值稍低, 但不同档位下播种的出苗数误差值均在 5% 以下, 且保证了基本苗在每 667 m² 3 万株以上的农艺规程要求。

[参 考 文 献]

- [1] 官春云. 冬油菜栽培新方法: 机播机收 适度管理[J]. 农业技术与装备, 2008, 5: 12—13.
- [2] 官春云, 陈社员, 吴明亮. 南方双季稻区冬油菜早熟品种选育和机械栽培研究进展[J]. 中国工程科学, 2010, 12(2): 4—10.

Guan Chunyun, Chen Sheyuan, Wu Mingliang. Research evolution on breeding and mechanical cultivation of early-Mature winter rapeseed in double-crop rice area in southern china[J]. Engineering Sciences, 2010, 12(2): 4—10. (in Chinese with English abstract)

- [3] 吴崇友. 我国油菜全程机械化技术途径[J]. 农机质量与监督, 2008, (3): 15—21.
- [4] 吴崇友, 金诚谦, 肖体琼, 等. 我国油菜全程机械化现状与技术影响因素分析[J]. 农机化研究, 2007, 12: 207—211.
- Wu Chongyou, Jin Chengqian, Xiao Tiqiong, et al. Analysis on rape mechanization present situation and technical affection factors in whole productive Course in China[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2007, 12: 207—211. (in Chinese with English abstract)
- [5] 吴明亮, 官春云, 汤楚宙, 等. 2BF-6型稻茬田油菜免耕联合播种机的研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(3): 20—23.
- Wu Mingliang, Guan Chunyun, Tang Chuzhou, et al. 2BF-6 type no-tillage combine seeder for rape in stubbly field[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(3): 103—106. (in Chinese with English abstract)
- [6] 吴明亮, 罗海峰, 汤楚宙, 等. 多功能油菜播种机[P]. 中国: ZL200920066064.6, 2010-08-18.
- [7] 邵耀坚, 罗锡文. 水田耕整机驱动轮的设计和试验[J]. 农业工程学报, 1992, 8(2): 80—87.
- Shao Yaojian, Luo Xiwen. The design and performance test on lug wheel for powered tiller[J]. Transactions of the CSAE, 1992, 8(2): 80—87. (in Chinese with English abstract)
- [8] 罗锡文. 地面机器系统力学: 水田叶轮动力学研究[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 138—157.
- [9] 杨文敏, 官春云, 吴明亮, 等. 精密排种器的特征造型及其装配关联设: 基于Solidworks[J]. 农机化研究, 2006, (3): 110—113.
- Yang Wenmin, Guan Chunyun, Wu Mingliang, et al. Feature modeling and assembling conjunction design on precision seeder by software solidworks[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2006, (3): 110—113. (in Chinese with English abstract)
- [10] 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.
- Wu Mingliang, Guan Chunyun, Gao Xiaoyan, et al. Test on limit turning speed of eccentric round hole-wheel seedmeter for rape[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(6): 119—123. (in Chinese with English abstract)
- [11] 刘忠军, 张晋国. 斜槽轮式排种器工作长度的对比试验[J]. 农机化研究, 2009, (4): 137—142.
- Liu Zhongjun, Zhang Jinguo. Skewed slot wheeled seeding mechanism working length comparative trial research[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2009, (4): 137—142. (in Chinese with English abstract)
- [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.
- Wu Mingliang, Guan Chunyun, Tang Chuzhou, et al.

Optimization of rotary-cultivated ditch mechanism of type 2BYF-6 no-till rape combine seeder[J]. Journal of Hunan Agricultural University: Natural Sciences, 2008, 34(6): 735—738. (in Chinese with English abstract)

[13] 罗海峰. 稻板田免耕油菜播种机开沟部件的试验研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2006.

[14] GB/T5669—2008, 旋耕机械 刀和刀座[S].

[15] JB/T6274.1—2001, 谷物播种机技术条件[S].

Design and experiments of 2BYD-6 shallow tilling and fertilizing seeder for rapes

Wu Mingliang¹, Guan Chunyun², Luo Haifeng¹, Tang Chuzhou¹

(1. College of Engineering, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;

2. Oilseeds Crops Institute, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: To decrease the influence of high stubble and heavy weed on the growth of rapes at the seedling stage in southern winter rape fields, it is necessary to eliminate weed and stubble by shallow tillage before sowing. 2BYD-6 shallow tilling and fertilizing seeder for rapes was designed, and the shallow tilling working parts and rotary tillage ditching parts were fixed on the same cutter shaft, and driven wheel was adopted to provide power for seeding and fertilizing. Furthermore, for controlling the seeding and fertilizing quantity, speed changing mechanism which was use for adjusting the rotate speeds of the seeding and fertilizing axes was designed. The 2BYD-6 shallow tilling and fertilizing seeder could accomplish the teamwork of shallow tilling, weed and stubble eliminating, ditching, seeding and fertilizing. Experiment results showed that the 2BYD-6 shallow tilling and fertilizing seeder for rapes was safe and reliable, and the stubble eliminating rate was more than 95%, and the balk rate was less than 5%. The 2BYD-6 shallow tilling and fertilizing seeder can satisfy the rape direct seeding and agriculture requirements for southern winter rapes.

Key words: agricultural machine, experiments, design, seeder, shallow tilling, rape