

doi:10.6041/j.issn.1000-1298.2014.10.015

1ZQHF-350/5型前后分置悬挂式联合整地机*

赵大勇¹ 李连豪² 许春林¹ 张成亮¹ 李向军¹ 李明金¹

(1. 哈尔滨市农业机械化研究所, 哈尔滨 150070; 2. 黑龙江八一农垦大学工程学院, 大庆 163319)

摘要: 设计了一款前置灭茬深松、后置旋耕的悬挂式联合整地机。简述了整机结构和工作原理, 灭茬、深松、旋耕和镇压起垄部件设计以及动力传递系统方案。整机试验表明, 1ZQHF-350/5型联合整地机能够提高拖拉机稳定性; 较单独后悬挂式同幅宽整地机, 油耗降低6.2%, 碎土率提高2.3%, 破茬率提高5.8%。

关键词: 灭茬深松前置 浅松后置 联合整地机 设计 试验

中图分类号: S220.2; S222.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2014)10-0092-05

引言

随着农业产业结构调整不断深入, 小型农具已经无法满足农业生产要求, 大功率拖拉机的应用日益广泛, 与之配套的大型保护性耕作农具已成为研究热点^[1]。众多国内外学者主要针对单独后悬挂式(机具在拖拉机后侧)大型联合整地机具进行研究并取得丰硕成果^[2]。

但随着单独后悬挂式系列联合整地机的推广应用, 一些问题也逐渐凸现。例如, 单独后悬挂式系列联合整地机对拖拉机稳定性影响, 作物硬茬对拖拉机轮胎的损伤, 拖拉机对土壤压实增加作业阻力等^[3], 这些问题在一定程度上制约了单独后悬挂式系列联合整地机的大面积应用, 因此开发新型联合整地机成为亟待解决的问题。

本文设计一款前、后分置的悬挂式联合整地机, 将灭茬部件和深松部件配置于拖拉机前端, 将旋耕起垄部件配置于拖拉机后端, 灭茬深松可以有效减少根茬扎划拖拉机轮胎, 深松后拖拉机轮胎碾压土壤又加速土块破碎, 能够解决拖拉机前配重和纵向稳定性问题; 同时减轻整机质量。

1 结构参数与工作原理

1.1 结构参数

该机具主要由机架、动力传动系统、灭茬部分、深松部分、旋耕部分和起垄镇压部分组成。根据农艺需求和动力计算, 整机结构如图1所示, 结构参数如表1所示。

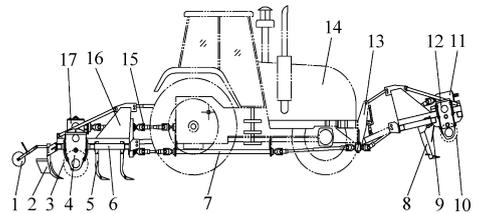


图1 1ZQHF-350/5型联合整地机结构简图

Fig.1 1ZQHF-350/5 combined cultivating machine

1. 镇压器 2. 起垄铧 3. 碎土刀轴 4. 旋耕侧变速箱 5. 松土铲 6. 机架 7. 灭茬传动机构 8. 深松铲 9. 防尘板 10. 灭茬刀轴 11. 灭茬主变速箱 12. 灭茬侧变速箱 13. 前悬挂装置 14. 拖拉机 15. 主传动轴 16. 吊挂架 17. 旋耕主变速箱

表1 结构参数

Tab.1 Structure parameter

参数	数值
幅宽/cm	350
灭茬深度/cm	8~10
深松深度/cm	25~35
旋耕深度/cm	16~18
垄距/cm	65~70
配套动力/kW	132~161
作业速度/(km·h ⁻¹)	3.5~5.0

整机采用先灭茬、深松后浅耕、起垄的作业方式, 作业时为了避免漏耕和保证拖拉机工作时的稳定性, 机具前、后配置均采用三点全悬挂, 动力传递采用中心传动方式^[4]。

1.2 工作原理

首先由灭茬刀将作物根茬打碎, 深松部件进行垄上深松, 再由旋耕刀进行碎土, 最后起垄、镇压, 完

收稿日期: 2013-10-11 修回日期: 2013-11-25

*“十一五”国家科技支撑计划资助项目(2006BAD11A05-3)和哈尔滨市科技攻关计划资助项目(2011AA6BN023)

作者简介: 赵大勇, 高级工程师, 主要从事保护性耕作技术及机具研究, E-mail: lian hao8002@126.com

通讯作者: 许春林, 研究员, 主要从事保护性耕作技术及机具研究, E-mail: xcl1980@vip.sohu.com

成全部田间耕整地作业,一次作业使耕地达到待播状态。机具可以分别卸下灭茬刀轴、旋耕刀轴和深松起垄部件,完成单一作业功能。

2 主要工作部件设计

2.1 灭茬部件

作物根茬粉碎还田是保护性耕作组成部分之一,其有利于增加土壤有机质含量、增强土壤疏松度和提高土壤的透气、透水能力^[5]。本机采用 L 型灭茬刀,灭茬刀回转直径 340 mm。灭茬部件由长灭茬刀轴、短灭茬刀轴、灭茬法兰盘和灭茬刀等组成。灭茬刀按螺旋线排列,保证每把刀不发生干涉,并同时保证安装后灭茬刀在纵向投影面上均匀分布。每个刀盘上安装有 6 把灭茬刀,左、右各 3 把,刀轴总共 90 把灭茬刀,左、右各 45 把,如图 2、3 所示。



图 2 长灭茬刀轴和灭茬刀

Fig.2 Long stubbling shaft and stubbling blade

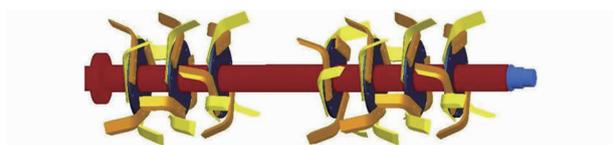


图 3 短灭茬刀轴和灭茬刀

Fig.3 Short stubbling shaft and stubbling blade

2.2 深松部件

深松部件主要由 U 型卡、深松铲座、垄上深松铲柄和深松铲尖等组成,如图 4 所示。深松部件在作业时受到阻力较大,是机具的重要工作部件,极易产生弯曲变形或断裂等问题^[6]。铲柄采用 60Mn 材料锻造而成,并经过受力分析及校核,通过田间试验和生产考核其使用强度满足工作要求。深松铲尖采用 65Mn 锻造,表面硬度为 HRC48~56。深松调节范围为 20~35 cm。

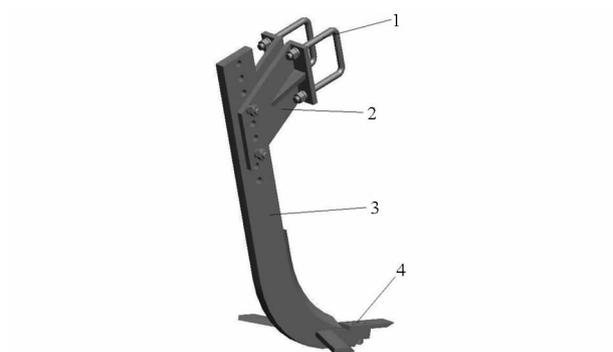


图 4 深松部件

Fig.4 Sub-soiling part

1. U 型卡 2. 深松座板 3. 深松铲柄 4. 凿形铲尖

2.3 旋耕部件

旋耕部件由旋耕刀轴、法兰盘、刀座和旋耕刀等组成,如图 5 所示。本机具有 2 根刀轴,左、右各 1 根。旋耕刀采用弯刀,弯刀按双头螺旋线排列,每 1 根刀轴旋转一周内总有一把旋耕刀入土。弯刀按 GB/T 5669—2008,回转半径为 245 mm,材料按 GB699—65 规定采用 65Mn 钢锻造,入土工作部分经淬火处理,硬度为 HRC50~55。刃口部分曲线形状误差不超过 3 mm。弯刀装配后其回转半径误差不超过 10 mm。

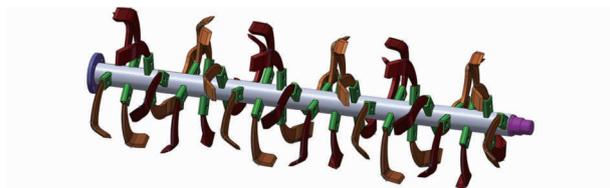


图 5 旋耕刀轴和旋耕刀

Fig.5 Rotary shaft and rotary blade

2.4 镇压起垄部件

起垄部件由起垄座板、起垄铲柄和分土板等组成,如图 6 所示。起垄铲柄上、下可以调节,调节范围为 0~120 cm,分土板根据垄形和垄距可调节张开角度^[7]。

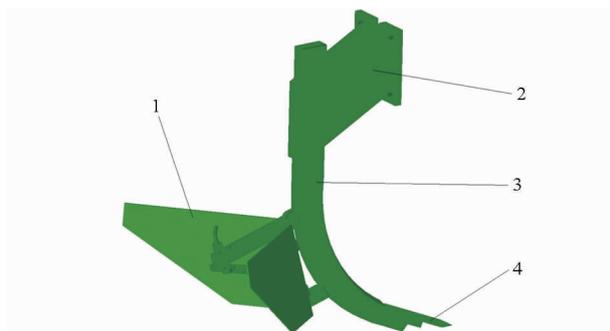


图 6 起垄部件

Fig.6 Ridging part

1. 分土板 2. 起垄座板 3. 起垄铲柄 4. 凿形铲尖

镇压部件由镇压轮支架、压力弹簧、镇压轮和 U 形卡等组成,如图 7 所示。镇压轮表面附有橡胶层,以解决镇压辊粘土和缠草问题,根据土壤状况和农艺要求调节弹簧压力范围,保证土壤合理坚实度,满足农艺播种要求^[8]。

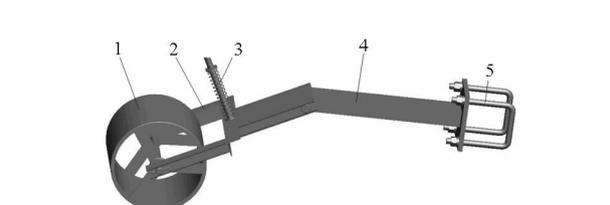


图 7 镇压部件

Fig.7 Compacting part

1. 橡胶镇压辊 2. 支架 3. 弹簧 4. 固定架 5. U 型卡

3 动力传递系统

3.1 方案选择

由于该整地机采用大宽幅作业,功率消耗大,机具前后纵向距离大,传动系统复杂。在本机设计前根据机具配置方式不同设计3种传动设计方案:①机具完全后置,中间变速箱采用一体式,单侧动力传动。②机具完全后置,中间变速箱前、后分置,双侧动力传动。③前置灭茬、深松,后置旋耕、起垄镇压,中间变速箱前、后分置,双侧动力传动。

经过大量田间试验,结果表明:方案①结构紧凑,但灭茬刀轴与旋耕刀轴距离难以分开到合适尺寸,垄上深松部件难以布置,单侧刀轴动力传动扭矩过大;方案②有效地解决方案①问题,但出现机具纵向尺寸过大问题,恶化整机纵向稳定性,需配置大量前配重才能保证正常作业;方案③较好地解决上述2种方案出现的问题,同时又能够解决残茬刺伤轮胎问题。经过对3种传动系统方案试验,最后采用方案③。

3.2 系统设计与工作原理

采用以齿轮传动与万向节传动配合为主动动力传递系统,系统传递路线如图8所示。

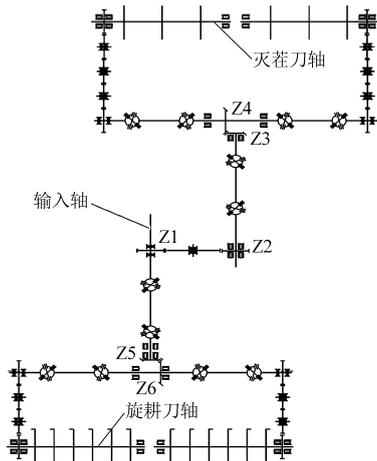


图8 动力传递

Fig. 8 Power transmission

动力首先由拖拉机动力输出轴输出,进入过渡变速箱后一部分由直齿轮Z1输入传给直齿轮Z2输出,经万向节传动轴(灭茬传动总成)传给前灭茬主变速箱锥齿轮Z3,齿轮Z3传给齿轮Z4,Z4通过两侧万向节传动轴,分别传给两侧的灭茬侧变速箱,灭茬变速箱带动灭茬刀轴作业;一部分直接经万向节传动轴进入旋耕主变速箱齿轮Z5,齿轮Z5带动齿轮Z6,动力由齿轮Z6分别经万向节传动轴传给两侧的旋耕侧变速箱,旋耕侧变速箱分别驱动旋耕刀轴作业。

4 生产性试验与性能分析

4.1 生产性考核

经1ZQHF-350/5型联合整地机与拖拉机配置长时间田间作业(在黑龙江省尚志市进行,耕作面积大于200 hm²)试验表明,机组作业性能稳定、可靠,无转向、倾向现象发生。这主要是因为因整机采用左、右完全对称式结构,拖拉机重心和前、后配置机具重心一致,因此在拖拉机与机架相连的铰接处无横向力产生,从而无力矩产生,因此使拖拉机无转向、倾向,从而能够保证拖拉机工作的稳定性和可靠性。

4.2 生产性试验测试

4.2.1 试验地点和时间

2012年9月25日—10月15日在哈尔滨市农业科学院示范园区(哈尔滨市万宝镇)进行联合整地机生产性试验,总试验面积约20 hm²。试验地前茬作物为垄作玉米。

4.2.2 试验仪器与装置

1ZQHF-350/5型联合整地机(哈尔滨农机化研究所生产),1GSZ-350型悬挂式灭茬旋耕联合整地机(黑龙江省农业机械工程研究院生产),凯兹210型拖拉机,测区规划的仪器与工具,天平(感量0.01 g),取土器,干燥箱,铝盒。

4.2.3 作业质量结果分析

(1) 土壤坚实度和土壤含水率测定

在试验区选取2 hm²地块,分成2部分,第1部分利用1ZQHF-350/5型联合整地机耕作,第2部分利用1GSZ-350型悬挂式灭茬旋耕联合整地机耕作,每一部分设置准备区和稳定区;每天15:00左右对不同耕作方法土壤进行取样,土壤坚实度测定时每块地按其对角线取5点,用电子土壤坚实度测定仪测耕层(距地表20 cm)下土壤,连续测试5 d,结果如表2所示。

表2 土壤坚实度

Tab. 2 Measurement data of soil compaction Pa

日期	1ZQHF-350/5型	1GSZ-350型
2012年9月26日	3.12	3.26
2012年9月27日	2.88	2.81
2012年9月28日	3.22	3.10
2012年9月29日	2.95	3.10
2012年9月30日	2.72	2.90
均值	2.97	3.03

土壤含水率测定时每块地按其对角线取6点,用取土器取距地表6 cm以下土壤,用天平测其质量,然后用干燥箱进行干燥。测出其含水率,连续测试8 d,结果如表3所示。

表 3 土壤含水率测定数据

Tab. 3 Measurement data of soil water contents %

日期	1ZQHF-350/5 型	1GSZ-350 型
2012 年 9 月 26 日	27.63	25.91
2012 年 9 月 27 日	27.13	25.47
2012 年 9 月 28 日	27.09	27.01
2012 年 9 月 29 日	26.78	24.87
2012 年 9 月 30 日	24.53	23.67
2012 年 10 月 1 日	24.12	23.45
2012 年 10 月 2 日	23.94	22.86
2012 年 10 月 3 日	22.98	21.67

(2) 破茬率测定

利用 5 点取样法确定 5 个小区后,测定地表和灭茬深度范围内所有根茬,测定每个小区总根茬质量和其中合格根茬质量(合格根茬长度不大于 50 mm,不包括须根长度)^[9],根茬破茬率为

$$F_g = \frac{M_h}{M_s} \times 100\% \quad (1)$$

式中 M_h ——合格根茬质量, g

M_s ——总根茬质量, g

(3) 碎土率测定

采用 5 点取样法确定检测点后,以该点为中心取面积为 0.5 m × 0.5 m,在其全耕层内,以最长边小于 5 cm 的土块质量占总质量的百分比为该点的碎土率,求 5 点平均值。碎土率为

$$E = \frac{M_a}{M_b} \times 100\% \quad (2)$$

式中 M_a ——最长边不大于 5 cm 的土块质量, g

M_b ——0.5 m × 0.5 m 面积内全耕层土块的质量, g

(4) 油耗测量

试验区分为准备区和稳定区,试验时机组以匀速驶入稳定测区,当机组前端接触油耗装置开始控制线时,油耗测量装置开始测量,当机组前端接触结束控制线时,测量结束^[10]。在试验过程中,同时测量时间、幅宽、田间作业工况条件、机组的作业速度等参数值,并做记录^[11-15]。机组耗油量为

$$\theta_T = \frac{G_T}{W_T} \quad (3)$$

其中 $W_T = 0.1Bv_T$ (4)

式中 θ_T ——耗油量, kg/hm²

G_T ——机组纯作业小时耗油量, kg/h

W_T ——组纯作业生产率, hm²/h

B ——作业幅宽, m

v_T ——机组的作业速度, km/h

2 种耕法作业质量如表 4 所示。可以看出, 1ZQHF-350/5 型整地明显好于 1GSZ-350 型整地方式。

表 4 作业质量对比

Tab. 4 Data of working quality

机型	油耗 /(kg·hm ⁻²)	碎土 率/%	破茬 率/%
1ZQHF-350/5 型	20.90	96.45	95.35
1GSZ-350 型	22.30	94.20	90.12

通过以上数据分析可知:1ZQHF-350/5 型整地方式较 1GSZ-350 型整地方式降低油耗达 6.2%^[16];其碎土率提高 2.3%,破茬率提高 5.8%;对土壤压实程度相差仅 1.9%,可视为相同。

5 存在问题及解决措施

(1) 1ZQHF-350/5 型联合整地机作业时前置灭茬装置作业易扬起灰尘,影响驾驶员视野。针对这一问题,灭茬刀轴后增添由橡胶制成的防尘板(图 1),随着机组前行使灰尘沿防尘板方向落到地面,从而能够有效抑制灰尘飞溅,减少灰尘对驾驶员视野的影响。

(2) 目前 1ZQHF-350/5 型联合整地机前、后部分升降均需单独操作,增加驾驶员操作难度。解决措施是下一步将设计前、后液压升降同步装置,简化驾驶员操作流程。

(3) 由于我国大多数生产厂家生产的拖拉机(目前只有东方红和福田大马力拖拉机个别机型配置前动力输出)没有前动力输出,在一定程度上制约着 1ZQHF-350/5 型联合整地机推广应用。解决措施在现有基础上简化后置动力前传装置结构,从而扩大 1ZQHF-350/5 型联合整地机推广范围。

6 结论

(1) 1ZQHF-350/5 型联合整地机能够做到一次下地完成灭茬、旋耕及深松和起垄作业,一次作业达到待播状态,满足了农艺要求;减小了机具对土壤的压实度,减少农机投入,降低作业成本。

(2) 对关键部件进行了设计,对动力传递系统方案进行比较,选择出较优的系统方案,并设计出动力传递系统。

(3) 1ZQHF-350/5 型联合整地机较悬挂式同幅宽整地机,油耗降低 6.2%,碎土率提高 2.3%,破茬率提高 5.8%。

参 考 文 献

- 1 周建来,李源知,焦乔凤. 国内外旋耕机的技术状况[J]. 农机化研究,2000(2):49-51.
Zhou Jianlai, Li Yuanzhi, Jiao Qiaofeng. Technique conditions of rotary cultivator in home and abroad[J]. Journal of Agricultural

- Mechanization Research, 2000(2):49-51. (in Chinese)
- 2 李汝莘,林成厚,高焕文,等.小四轮拖拉机土壤压实的研究[J].农业机械学报,2002,33(1):126-129.
 - 3 张兴义,隋跃宇.农田黑土机械压实及其对作物产量的影响[J].农机化研究,2002(4):64-67.
Zhang Xingyi, Sui Yueyu. The press-hard of field black-soil and it's influence on the yield of grain [J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2002(4):64-67. (in Chinese)
 - 4 许益存,韩树明,崔国立,等.耕整地联合作业技术及效益分析[J].农机化研究,2001(8):21-22.
 - 5 许春林,何堤,李金峰,等.稻田节水少耕技术及机具的初步研究[J].农业工程学报,2006,22(4):32-36.
Xu Chunlin, He Di, Li Jinfeng, et al. Preliminary study on minimum tillage with water saving technology and implement for paddy field[J]. Transactions of the CSAE, 2006, 22(4):32-36. (in Chinese)
 - 6 韩树明,冯文华,崔国立,等. SGTN-210型联合整地机的研究设计[J].农机化研究,2002(1):3-5.
 - 7 付爱民,迟树亭,邵清江,等. 1ZL 鹅掌式系列深松联合整地机试验研究[J].农机化研究,2004(3):4-5.
 - 8 张欣悦,赵大勇,许春林,等. 1GMMZ-280/4型垄作组合式灭茬旋耕整地机[J].农机化研究,2012,34(6):23-26.
Zhang Xinyue, Zhao Dayong, Xu Chunlin, et al. The development of 1GMMZ-280/4 type ridge culture combined-type stubble ploughing, spin tillage soil preparation machine[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2012, 34(6):23-26. (in Chinese)
 - 9 贾洪雷,陈忠亮,刘昭辰,等.耕整联合作业工艺及配套机具的研究[J].农业机械学报,2001,32(5):40-43.
Jia Honglei, Chen Zhongliang, Liu Zhaochen, et al. Study on technology and matching machine for rototilling-tillage combined operation[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2001, 32(5):40-43. (in Chinese)
 - 10 赵大勇,许春林,刘显耀,等. 1ZML-210深松型联合整地机的研制[J].黑龙江八一农垦大学学报,2011,23(6):12-14.
Zhao Dayong, Xu Chunlin, Liu Xianyao, et al. Study on type machines of 1ZML-210 deep loosening combined tilling machine[J]. Journal of Heilongjiang Bayi Agricultural University, 2011, 23(6):12-14. (in Chinese)
 - 11 马明建,汪遵元,尹凤福,等.移动式土壤工作部件性能参数测试系统[J].农业机械学报,2000,31(2):15-17.
Ma Mingjian, Wang Zunyuan, Yin Fengfu, et al. Studies on the working components under soil performance parameter testing system [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2000, 31(2):15-17. (in Chinese)
 - 12 郭志军,周志立,张毅,等.深松耕作土壤宏观扰动轮廓分析[J].拖拉机与农用运输车,2003(3):27-30.
 - 13 谢方平,汤楚宙,罗锡文.自推进旋耕机限深部件进行阻力的试验研究[J].农业机械学报,2004,35(2):51-54.
Xie Fangping, Tang Chuzhou, Luo Xiwen. Experimental study on working resistance of a self-propelled and depth-controlled rotary component[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2004, 35(2):51-54. (in Chinese)
 - 14 方在华,周志立,杨铁皂.犁耕和旋耕作业发动机载荷的统计特性[J].农业工程学报,2000,16(4):85-87.
Fang Zaihua, Zhou Zhili, Yang Tiezao. Statistical properties of working load of engine in plowing and rototilling[J]. Transactions of the CSAE, 2000, 16(4):85-87. (in Chinese)
 - 15 鲁力群,李其响,赵静.深松旋耕沟播联合作业机深松技术[J].山东理工大学学报:自然科学版,2003,17(6):72-75.
Lu Liqun, Li Qiyun, Zhao Jing. Sub soiling technique of subsoiler-rototiller-seeder combine [J]. Journal of Shandong University of Technology: Natural Science Edition, 2003, 17(6):72-75. (in Chinese)
 - 16 夏晓东,吴崇友,张瑞林,等.加大耕深型正转旋耕机研究设计初探[J].农业工程学报,1999,15(1):69-72.
Xia Xiaodong, Wu Chongyou, Zhang Ruilin, et al. Research and design for deepening type of clockwise rotating rotatiller[J]. Transactions of the CSAE, 1999, 15(1):69-72. (in Chinese)

1ZQHF-350/5 Hang Combined Cultivating Machine with Front-stubble-breaking, Post-subsoil and Rotary-tilling Equipment

Zhao Dayong¹ Li Lianhao² Xun Chunlin¹ Zhang Changliang¹ Li Xiangjun¹ Li Mingjin¹

(1. Harbin Agricultural Mechanization Research Institute, Harbin 150070, China

2. College of Engineering, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China)

Abstract: In order to reduce the working resistance of soil compaction and the problem of tractor tire caused by crop stubble, a kind of cultivating combined front-stubble-breaking, post-subsoil and rear-rotary-tilling was design based on single and combined work of cultivating machines, and the field test was carried out. The experimental results showed that 1ZQHF-350/5 front-stubble-breaking, post-subsoil and rear-rotary-tilling combined cultivating could enhance the stability of the tractor. The energy saving was about 6.2% and the ratios of pulverizing soil and stubble-breaking were improved above 2.3% and 5.8%, respectively. The problems and measures were analyzed in the process of application and promotion, which provided reference for study of large agricultural implements.

Key words: Front-stubble-breaking Post-subsoil Rear-rotary-tilling Combined cultivating machine Design Test