

2BQMF - 5型气吸式施肥免耕播种机的设计与试验

朱光明¹, 杨 林², 李洪文¹

(1. 中国农业大学, 北京 100083; 2. 农业部农业机械化推广总站, 北京 100079)

摘要: 研究设计了一种 2BQMF - 5型气吸式施肥免耕播种机。该播种机主要由气吸式排种装置、五圆盘破茬开沟施肥装置和镇压传动装置等组成。田间试验证实该播种机破茬防堵性能好, 施肥平均深度为 78mm, 播种平均深度为 43mm, 种肥垂直间距平均为 35mm, 侧向间距平均为 30mm。机具一次进地即可完成破茬、开沟施肥、播种、覆土、镇压等作业工序, 土壤扰动小, 作业质量满足农艺要求。

关键词: 免耕播种机; 气吸式排种装置; 圆盘; 防堵

中图分类号: S223.2⁺5

文献标识码: A

文章编号: 1003 - 188X(2008)07 - 0084 - 03

0 引言

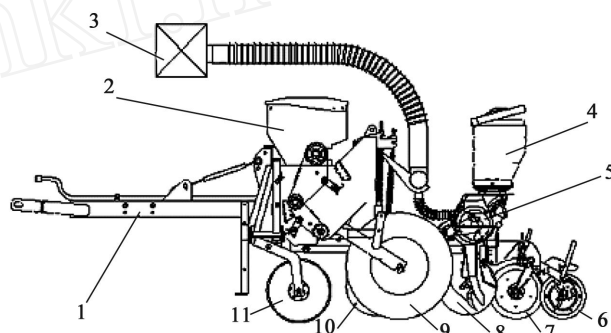
保护性耕作技术具有保墒、增加土壤肥力, 减少水蚀和风蚀、抑制沙尘暴, 减少作业工序、降低作业成本和增加农民收入等显著的经济、社会与生态效益, 是现代农业生产的发展方向。我国已经研究保护性耕作技术模式长达十几年之久, 中国实际国情是农村地块小, 农民收入水平低, 拖拉机功率不高, 保护性机具的探索一直朝着消耗功率少、作业面积小、工作灵活的悬挂式小型机具的方向努力, 现在技术研究相对比较成熟。而在一些大地块上, 相应成熟的大型机具比较少, 机具作业效率和播种速度比较低, 还时常出现因施肥量控制不均导致的烧种现象。因此, 针对以上问题研究设计了 2BQMF - 5型气吸式施肥免耕播种机, 该机具有作业效率高、种肥分施等优点, 适用于保护性耕作作业。

1 整体结构及主要技术参数

1.1 整机结构

2BQMF - 5型气吸式施肥免耕播种机为牵引式, 其整机结构简图, 如图 1 所示。由牵引架与拖拉机挂接带动播种机作业, 破茬圆盘刀在整机重力的作用下切开土壤、切断秸秆防止堵塞, 由施肥开沟器开出深度大约 80mm 的肥沟, 最后由排种开沟器在肥沟的一侧开出深度大约 50mm 的种沟。风机为排种器提供

压强来保证排种的精度和均匀性。采用外槽轮式施肥器, 其驱动力由地轮提供。该机进地一次可完成切茬、施肥、播种、覆土和镇压等作业。



1. 牵引架 2. 肥箱 3. 风机 4. 种箱 5. 排种器 6. 覆土器
7. 限深轮 8. 排种开沟器 9. 地轮 10. 施肥开沟器 11. 破茬圆盘

图 1 2BQMF - 5型气吸式施肥免耕播种机结构简图

Fig 1 Structure of 2BQMF - 5 pneumatic no - till planter

1.2 主要技术参数

2BQMF - 5型气吸式施肥免耕播种机的主要参数, 如表 1 所示。

2 关键部件的设计

2.1 双圆盘排种开沟器的设计

本播种机采用错开式双圆盘式开沟器, 双圆盘开沟器在机具重力、牵引力的作用下, 转动入土, 在转动中能将杂草切碎, 向下和向两边挤压土壤而形成种沟。种沟为 V 型, 这种种沟不乱土层, 土壤扰动量小, 整齐一致。其参数设计如图 2 所示。

圆盘直径 $d = 380\text{mm}$, 圆盘夹角 $\phi = 10^\circ$, 播种深度 $t = 50\text{mm}$ 。前后错开距离 $L = 35\text{mm}$, 上下错开高度 $h = 10\text{mm}$ 。利用式 (1) 计算理论开沟宽度, 即

收稿日期: 2007 - 11 - 22

基金项目: 农业部保护性耕作系列机具与关键技术引进研究项目 (2004 - Q1)

作者简介: 朱光明 (1982 -), 男, 山东邹城人, 在读硕士, (E - mail) zgm820530@163.com。

通讯作者: 杨 林 (1952 -), 男, 山东烟台人, 研究员, (E - mail) Yanglin5308@sina.com。

$$b = 2 \sqrt{dt - \frac{t^2}{2}} \sin \frac{\phi}{2} \quad (1)$$

式中 d —圆盘直径 (mm);

t —播种深度 (mm);

ϕ —圆盘夹角。

代入已知数据计算理论开沟宽度为 $b = 22.4 \text{ mm}$ 。

表 1 2BQMF-5型气吸式施肥免耕播种机的主要参数

Tab 1 Main parameters of 2BQMF-5 pneumatic no-till planter

指标	参数	指标	参数
行距 /mm	450~700	排种开沟器型式	双圆盘式
理论株距 /mm	150~450	施肥开沟器型式	双圆盘式
配套动力 /kW	65以上	覆土镇压型式	双橡胶盘式
排肥器型式	外槽轮式	种肥位置	种子侧下方
排种器型式	气吸式	播种深度 /mm	40~60
作业行数 /行	5	施肥深度 /mm	70~90

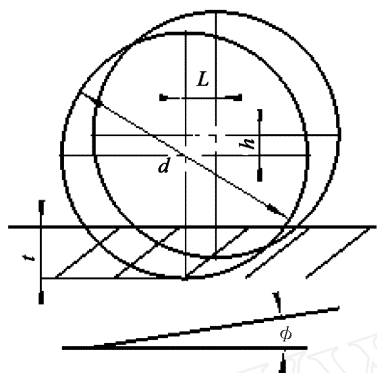


图 2 双圆盘示意图

Fig 2 Schematic drawing of double disk

2.2 双圆盘施肥开沟器的设计

为了有效地避免由于施肥量过大而引起的烧种现象,本机采用错开式施肥开沟器开沟来实现种肥分施。施肥开沟器和排种开沟器在前进方向上不在一条直线,保证了种沟和肥沟在垂直方向和测向均留有一定距离,达到种肥分施的目的。两开沟器垂直于前进方向的距离可以根据不同的农艺要求通过增减调节铁片来调节距离大小,施肥开沟器开沟深度深于排种开沟器 30~60mm 左右。施肥开沟器除圆盘夹角 $\phi' = 8^\circ$ 外,其余参数和排种开沟器一样,施肥深度 80mm,理论开沟深度 $b' = 21.6 \text{ mm}$ 。

2.3 气吸式排种器的设计

气吸式排种器是整个播种机的核心部件,其工作性能的影响因素有排种盘转速、真空室真空度、吸种孔直径、吸种孔结构形式、吸种孔的分布形式等复杂因素。经分析计算,排种盘直径设计为 245mm,厚度为 2mm,拨盘直径为 153mm。吸种孔数目根据对播种粒距的要求及播种机常用工作速度确定,应满足式 (2),即

$$S = \frac{2\pi nR}{di} \quad (2)$$

式中 S —吸种孔数;

n —吸种孔排数,这里取 1;

R —地轮的滚动半径,取轮胎半径的 0.937 倍;

d —理论调整粒距;

i —地轮到排种器轴的传动比。

吸种孔直为

$$D = (0.64 \sim 0.66) b \quad (3)$$

式中 b —种子的平均宽度 (mm)。

排种盘的转速对排种器的携种性能及排种质量有很大影响,通过试验知道排种盘转速在 0.6r/s 比较适当。

吸室真空度直接影响到排种性能,考虑在实际工作中,排种器受种子自然条件、外界环境和工作稳定可靠系数的影响,在最大极限条件下,可利用式 (4) 求所需真空度最大值 $H_{C\max}$,即

$$H_{C\max} = \frac{80k_1 k_2 m g C}{\pi d^3} \left(1 + \frac{v_p^2}{gr} + \lambda \right) \quad (4)$$

式中 k_1 —吸种可靠系数, $k_1 = 1.8 \sim 2.0$;

k_2 —工作稳定可靠系数, $k_2 = 1.6 \sim 2.0$;

m —一粒种子的质量 (kg);

C —种子重心与排种盘之间的距离 (cm);

D —排种盘吸孔直径 (cm);

v_p —吸孔中心处的线速度 (m/s);

r —吸孔处转动半径 (m);

λ —种子的摩擦阻力综合系数, $\lambda = (6 \sim 10) \cdot \tan \alpha$, α 为种子自然休止角。

3 田间试验

3.1 试验条件

于 2007 年 9 月 14 日在山西运城市空军司机训练基地进行了田间试验。试验地条件为:前茬作物为小麦,秸秆覆盖量 1.81 kg/m^2 ,土壤坚实度为 $5.19 \times 10^6 \text{ Pa}$ (0~5cm), $7.09 \times 10^6 \text{ Pa}$ (5~10cm), $8.07 \times 10^6 \text{ Pa}$

(10~15cm),土壤含水率为 16.5% (0~5cm), 17.1% (5~10cm), 19.2% (10~15cm),留茬高度为 20cm。

3.2 试验结果与分析

试验地测定结果如表 2所示。

表 2 样机性能试验结果

Tab 2 Experimental performance results of the sample machine

试验测试项目	测定结果	测定结果	试验测试项目	测定结果	测定结果
前进速度 /km. h ⁻¹	6	中值左右	施肥深度平均值 /mm	78	
粒距平均值 /mm	358.7	350.0	施肥深度变异系数 /%	3.70	
粒距变异系数 /%	10.9	≤30.0	种肥垂直间距平均值 /mm	35	
粒距合格指数 /%	97.1	≥80.0	种肥垂直间距变异系数 /%	4.52	
重播指数 /%	1.24	≤15.00	种肥侧向间距平均值 /mm	30	
漏播指数 /%	1.51	≤8.00	种肥侧向间距变异系数 /%	4.38	
播种深度平均值 /mm	43		种子破碎率 /%	0.2	≤0.5
播种深度变异系数 /%	4.72				

- 1)粒距设计值 350mm,实测平均粒距 358.7mm,变异系数 10.9%,排种器排种性能稳定。
- 2)播种平均深度 43mm,变异系数 4.72%,施肥深度平均值为 78mm,种肥垂直间距 35mm,变异系数 4.52%,种肥侧向间距 30mm,变异系数 4.38%,能够实现种肥分施,满足农艺要求。
- 3)在 6km/h作业速度下各项播种指数满足农艺要求,能够实现高速作业。
- 4)机具在作业过程中,没有发生堵塞现象,通过性较好。
- 5)由于压种轮压种以及修垄圆盘的覆土作用,没有发现晾籽现象。

4 结论

- 1) 2BQMF-5型气吸式施肥免耕施肥播种机进地一次可完成破茬、施肥、播种、覆土、镇压,减少了机器进地次数,通过性能好。
- 2) 该机具作业土壤扰动小,有利于土壤的保墒,能够较好地适用于大地块免耕播种作业。
- 3)施肥开沟器使用双圆盘能够有效保证种肥分施。

参考文献:

[1] 高焕文.保护性耕作技术与机具[M].北京:化学工业出版社,2004.

[2] 孙增强,李洪文,杨林.2BQM-2型气吸式精量玉米免耕播种机的设计[J].农机化研究,2007(5):87-89.

[3] 赵满全,赵士杰,窦卫国,等.2BM-9型免耕播种机关键部件的设计与研究[J].中国农机化,2003(6):33-35.

[4] 王华.试论免耕播种机的结构设计与技术分析[J].科技情报开发与经济,2005,15(15):267-268.

[5] 于慧春,刘俊峰,冯晓静,等.双圆盘开沟器开沟沟形的计算机模拟分析[J].河北农业大学学报,2004,27(1):108-110.

[6] Kushwaha RL, Foster RK. Field Evaluation of Grain Drill Furrow openers under Conservation and Conventional Tillage Systems [J]. Canadian Agri Engi, 1993, 35(4): 253-256.

[7] 李洪文.小麦对行免耕播种机试验研究[J].农机化研究,2004(9):179-181.

[8] 何东健,李增武.组合吸孔气吸式排种器研究[J].农业工程学报,1995,11(4):57-61.

[9] 中国农业机械化科学研究院.农业机械设计手册(上册)[K].北京:机械工业出版社,1988.

Experiment and Design on 2BQMF - 5 Type of Suction and Fertilizer No - till Planter

ZHU Guang - ming¹, YANG Lin², LI Hong - wen¹

(1. China Agricultural University, Beijing 100083, China; 2. Fam Mechanization Promotion Station of Ministry of Agriculture, Beijing 100079, China)

Abstract: A new 2BQMF - 5 type of suction and fertilizer no - till planter was designed. The planter primarily consisted by suction metering mechanism, five disks device for residue cutting and furrow opening and fertilizing, a soil covering device and a pack roller. Field experiments showed high performance of residue cutting and anti - blocking, the average depth of seeding and fertilizing were 78 mm and 43 mm, the average vertical interval and lateral interval between seed and fertilizer were 35 mm and 30 mm. The planter can complete residue cutting, furrow opening, fertilizing, planting, soil covering, firming in one pass. The soil disturbance was slightly, and the planting quality satisfies the agronomy requirement.

Key words: no - till planter; suction metering mechanism; disk; anti - blocking