

2BSL-1 型垄作施水播种机的开发研究

陈礼德¹ 鄂卓茂¹ 王继成¹ 王书茂² 刘玉锋²

(1 中国农业大学车辆工程学院 2 中国农业大学机械工程学院)

摘要 讨论并给出了 2BSL-1 型垄作施水播种机的关键技术和总体方案,对机具参数进行了设计计算。田间试验结果表明,该机具能达到干旱地区垄作施水播种的质量要求,结构合理,使用方便,制造工艺简单,具有推广价值。

关键词 垄作; 施水; 播种机; 开发研究

分类号 S 223.200.2

Development and Study on 2BSL-1 Sowing Machine

Chen Lide¹ E Zhuomao¹ Wang Jicheng² Wang Shumao¹ Liu Yufeng²

(1 College of Vehicle Engineering, CAU 2 College of Machinery Engineering, CAU)

Abstract The key technology and overall structure of 2BSL-1 ridge tillage water applying sowing machine are introduced. As well as calculation of main specification is given. Field experiments showed that the unit can meet the requirements of dryland sowing operations. The unit is worth popularizing since that it is easily manufactured, easily operated and it has reasonable structure.

Key words ridge tillage; water distributing; planter; development and study

地处吉林省西部的乾安县,被列入了行走式节水灌溉技术示范点,当地农业生产的自然条件较差,风沙、干旱,尤其是春旱,严重威胁着农业生产。该地区每年的春耕播种时间一般从 4 月 10 日开始,到 5 月 1 日结束。在这个时期,土壤耕层含水率一般只有 5%,最多不超过 12%,根本满足不了种子发芽出苗的需要。第一场透雨一般要在 5 月中旬,此时已过了播种的农时,在缺少有效灌溉的条件下,多年来农民采用坐水播种的办法以提高土壤局部的含水率,可使种子周围土壤含水率达到 20% 以上。随着农业机械化水平的提高,坐水播种机械化技术已成为广大农民的迫切需求。

笔者针对吉林省中西部及黑龙江大部分干旱地区的具体情况开发研制的 2BSL-1 型垄作施水播种机,基本上满足该地区垄作施水播种的质量要求。

1 机具关键技术与总体方案

当地原坐水播种模式是先在垄台上开沟施水,待水入渗后再点播种子覆土,这样机具在地

收稿日期: 2000-03-06

农业部重大科技产业化项目

陈礼德,北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)206 信箱,100083

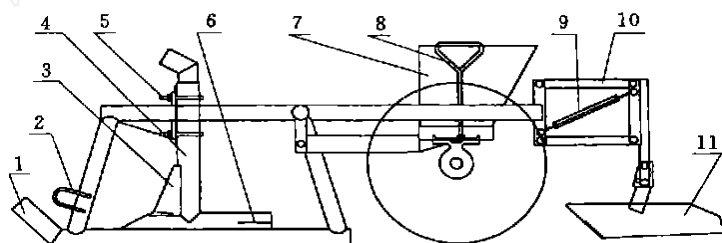
乾安县农业机械局 行走式节水灌溉技术产业化示范项目——工作总结,1999

里要2次往返才能完成播种作业,生产效率低,拖拉机及水车对土壤压实严重,作业时一般需3人操作。如能1次完成开沟、施水、播种、覆土作业,不但能提高生产效率,而且可节省1个人工,并减轻对土壤的压实。要达到以上要求需解决的关键技术是:1)加快水的入渗克服漂子现象;2)使开沟器、播种机、覆土器一体化,解决由人来扶覆土器控制覆土质量的问题;3)满足每 hm^2 施水量 $30\sim 60\text{m}^3$ 的要求;4)解决垄长 $500\sim 1\,000\text{m}$ 与载水量匹配问题;5)在牵引状态下,一体化坐水播种机具(开沟器、播种机、覆土器)应能被正确引导沿垄台中心线行进。

根据以上关键技术及使用要求,并考虑机具成本,参照当地样机及多年使用经验,对一体化坐水播种机具总体设计如下。

1) 机组采用小四轮拖拉机牵引水车,水车后面牵引一体化的垄作坐水播种机,通过水管把水车上的水引到坐水播种机开沟器中心管内。

2) 一体化坐水播种机(图1)由爬犁式机架、鼠道式暗施水开沟器、窝眼排种轮式播种机、覆土器等组成。其连接关系是:开沟器通过骑马螺栓与机架连接,以便通过调节开沟器的上下位置来调节开沟深度;播种机与机架通过前端销轴作浮动连接,当地面不平时,播种机可相对机架上下浮动,仿形运动可防止漏播,在运输和田间地头转弯时用提升把挂起播种机以免浪费种子;覆土器通过平行四连杆机构与机架尾部连接。



1. 爬犁; 2. 牵引环; 3. 分土板; 4. 开沟器; 5. 骑马螺栓; 6. 松土翼;
7. 播种机; 8. 提升把; 9. 调整弹簧; 10. 四连杆机构; 11. 覆土板

图1 一体化坐水播种机

2 机具参数与性能设计

1) 水箱载水量的确定

水箱载水量直接影响机组的播种质量和作业效率,该参数与拖拉机牵引力、地块长度、每 hm^2 所需最大灌水量、垄间距等因素有关,在确定时首先要考虑与垄长匹配,可按下式计算:

$$V = BLM / 10\,000$$

式中: V 为单程播种灌水所需施水量, m^3 ; B 为播种机工作幅宽,一般取 $B = 0.65\text{m}$; M 为每 hm^2 所需最大施水量 $30\sim 60\text{m}^3$; L 为地块的长度,一般为 $500\sim 1\,000\text{m}$ 。将 $L = 500\text{m}$ 和 $L = 1\,000\text{m}$ 分别代入公式,得

$$V_1 = 0.975\sim 1.95\text{m}^3 (L = 500\text{m})$$

$$V_2 = 1.95\sim 3.9\text{m}^3 (L = 1\,000\text{m})$$

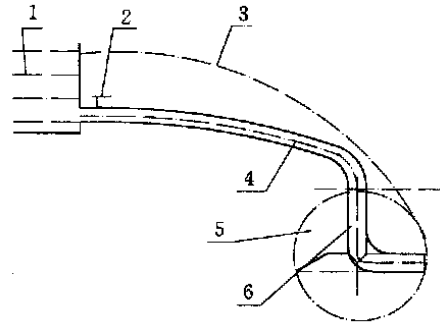
为与垄长合理匹配,选用2种规格的水箱,其容量分别为 2m^3 和 4m^3 (可与 $8.8\sim 13\text{kW}$ 拖拉机配套使用),使机组载水量能满足单程或往返施水的要求。

2) 施水管路系统流量的校验

每 hm^2 实际施水量的多少取决于施水管路系统流量和机组作业速度, 本施水管路系统靠重力自流, 如图 2 所示。

机组正常作业时以 2 挡行进, 速度为 $4.88 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, 播种幅宽为 0.65 m , 则 1 h 播种面积为 0.32 hm^2 , 按最大施水量 $60 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 计算, 1 h 最大施水量为 19.04 m^3 , 即所需最大水流量 $Q_{\text{max}} = 5.29 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 。

最大水流量时旋阀全开, 此时其局部压力损失不计, 整个施水管路系统简化成 2 部分: 开沟器之前管路弯曲弧度较大, 按直管计算, 其长度为 2 m; 开沟器部分按 90 弯圆管出口计算。



1. 水箱; 2. 旋阀; 3. 直管部分; 4. 水管 ($d = 50 \text{ mm}$); 5. 90 弯圆管出口部分; 6. 开沟器 ($d = 55 \text{ mm}$)

图 2 施水管路系统

表 1 各参数数值计算结果

参 数	公 式	直管部分	90 弯圆管出口
管径 d/mm		50	55
流速 $v/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	$v = 4Q_{\text{max}}/(\pi d^2)$	2.7	2.23
水的运动粘度 $\nu/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1})$		1.0038×10^{-6}	
雷诺数 Re	$Re = vd/\nu$	134 489	122 186
水的密度 $\rho/(\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$		1 000	
沿程阻力因数 λ		0.018	0.017
局部阻力因数 ξ			1.158
直管部分压力损失 $\Delta p_1/(\text{N} \cdot \text{m}^{-2})$	$\Delta p_1 = \sum \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \nu \times 10^{-4}$	2 700	
90 弯圆管出口部分压力损失 $\Delta p_2/(\text{N} \cdot \text{m}^{-2})$	$\Delta p_2 = (\xi + \lambda \frac{L}{d}) \frac{v^2}{2g} \nu \times 10^{-4}$		2 900
管路总压力损失 $\Delta p/(\text{N} \cdot \text{m}^{-2})$	$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2$	5 600	

说明: 管壁粗糙度为 0.04。

水箱出水口离地高度为 1 m, 水箱流空前与开沟器出水口的压差为 $10 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$, 大于整个管路压力损失, 表明此施水系统的设计满足所需最大流量的要求。

播种施水过程中, 通过调节管路阀门开度及机组作业速度来调节施水量, 以满足不同施水量要求。

3) 爬犁底宽和播种机地轮轮距的确定

由于乾安县耕作粗放, 田内存有大量秸秆根茬, 为保证一体化机具作业时沿垄台中心线行进, 本设计中选用爬犁式机架, 在垄台引导下能可靠沿垄沟行驶; 机架采用直径为 45 mm 的电焊钢管, 焊接工艺简单。爬犁底宽与垄沟间距匹配, 定为 700 mm, 播种机地轮轮距也定为 700 mm, 与爬犁底宽相同。作业时爬犁在前, 播种机在后, 这样播种机地轮走在爬犁压出的轨辙上, 地轮可靠接地防止打滑漏播, 地中杂草、秸秆被爬犁挤向两侧, 也防止播种机地轮缠草。

4) 鼠道式开沟施水器的设计

开沟器前端采用圆锥结构, 可以有效地开出鼠道, 锥体有 8° 入土角保障入土性能, 防止开



沟器抬头,立管上分土板减少杂草缠绕,防止拖堆,锥体后有一段出水管使水向后流,并较好地形成鼠道,出水管上2松土翼片松动两侧土壤,加速水的入渗,施水后覆土前后水分扩散情况见图3。

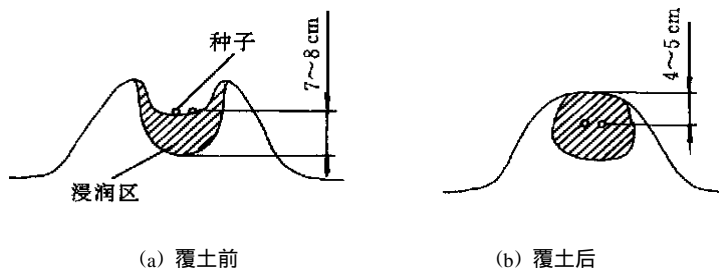


图3 施水后覆土前后水分扩散情况

5) 覆土器及其连接设计

为满足不同土壤条件和不同覆土参数的要求,覆土板相对地面倾角设计为可调;为保证覆土板在仿形运动时倾角不变,采用平行四连杆机构与机架连接;为控制覆土深度,采用调节弹簧力来控制覆土板的向下作用力(图1)。

3 试验效果与结论

在乾安县农业机械化学学校试验田对机具进行了田间试验,试验时用长春-150 拖拉机牵引容量为 2m^3 的水箱,试验田地块长度 500m ,每 hm^2 施水量 45m^3 。试验结果表明,一体化坐水播种机1次可完成开沟、施水、播种、覆土等作业,不漂籽,不漏播,覆土效果良好,不仅达到作业质量要求,而且比传统作业方式节省人工,减少机组入地次数,提高了生产效率。