

施水沟播机的试验研究与结构设计

张淑敏 尹丽娟 鄂卓茂

(中国农业大学机械工程学院)

摘要 施水沟播机可在起垄施肥播种的同时进行施水作业,从而解决了干旱和半干旱地区的播种保苗问题。为研究此类机具的作业方式、施水位置及施水系统,设计研制了2BFG(4)-8型小麦施水沟播机,对施水沟播作业中的施水位置、施水深度进行了分析,设计了影响施水均匀性的工作部件。田间试验和室内测试结果证明,该机具是抗旱保苗的理想机具。

关键词 沟播机; 施水位置; 结构设计

中图分类号 S 223.220.2

Test Research and Structure Design on the Water-application-furrow Seeder

Zhang Shumin Yin Lijuan E Zhuomao

(College of Machinery Engineering, CAU)

Abstract Water-application-furrow seeder for arid and semi-arid region can carry on the watering operation as sowing and fertilizing with the objective of seedling prevention. In order to study the relationship between the water application position and water application systems with soil environment, 2BFG(4)-8 water-application-furrow seeder is designed. Water application position, watering depth and working parts that influenced watering evenness are discussed. The results of field tests and indoor experiments showed that this machine is fit for seedling prevention and water-saving.

Key words furrow-seeder; water application position; structure design

我国西北地区幅员辽阔,土壤多为壤土或砂壤土,由于干旱不能适时播种一直是制约当地农业发展的大问题。该地区一般年降水量不足300mm,多集中于6~8月份,9月份至来年3月份降雨量极少,加之西北地区多风,春季严重干旱,常常无法适时播种,甚至不能播种,因此造成夏季减产或颗粒无收。也有些年份春季土壤墒情较好,但在出苗后的幼苗期(4月份)常常有寒流,使幼苗遭受冻害,也会影响粮食产量。中国农业大学行走式节水灌溉技术推广示范课题组研制的2BFG(4)-8型小麦施水沟播机,可一次完成起垄、开沟、灌水、施肥、播种、覆土及镇压等几项作业。小麦播种于垄沟之内,垄沟既可防止寒流对幼苗的伤害,又可集雨。该沟播机经过几年的使用,效果良好。

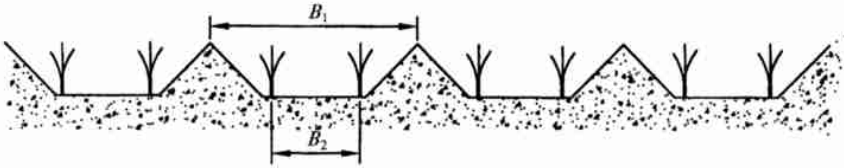
收稿日期: 2001-06-28

农业部科研项目: 行走式节水灌溉技术产业化示范

张淑敏,北京清华东路17号 中国农业大学(东校区)51信箱,100083

1 垄距、行距和作业幅宽

在其他条件(肥、水、土壤性质、种植方式、管理水平)相同的条件下,粮食产量与苗数,株· hm^{-2} 直接相关。对冬小麦而言,一般单粒种子分蘖可达 5~8 株,在肥水较好的条件下,播种量通常为 60~120 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,产量通常都在 6800 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 以上。而春小麦分蘖能力较差,据近几年在甘肃定西地区调查的情况看,由于该地区土壤较贫瘠,天气严重干旱,无地下水或地表水供浇灌之用,该地区春小麦基本不分蘖,因此,保证足够的苗数是保证产量的前提。为保证有足够的苗数,播种量一般为 225~300 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。除此之外,沟播小麦必须有合理的垄距和行距,其种植方式见图 1。垄距 B_1 控制为 27~30 cm,行距 B_2 控制为 10~15 cm 为好。基于农村保有量最大的小四轮拖拉机(11~18 kW)作为配套动力,小四轮拖拉机驱动轮轮距一般大于 1.1 m,为尽量减少动力装置对土壤的碾压次数,播种机作业幅宽应大于拖拉机的驱动轮距。根据行距、垄距和拖拉机驱动轮距,2BFG(4)-8型小麦施水沟播机一个作业幅宽 B 内包含四沟八行,该播种机幅宽为 108~132 cm,可调。



B_1 ——垄距, cm; B_2 ——行距, cm

图 1 沟播小麦种植方式

2 施水位置的确定

2.1 种子萌芽出苗条件

处于休眠状态的种子含水量很少^[1],播种后的种子,是否可以顺利萌芽出苗与播种深度、土壤湿度、土壤温度、土壤密度、土壤粒度及土壤的坚实度等因素有关。其中播种深度、土壤密度、土壤粒度及土壤坚实度主要受播种开沟器结构、性能、工作状态及土地的耕整情况等因素的影响。而在其他条件一定时,土壤湿度是影响种子发芽的首要因素。土壤湿度一般为土壤深度的函数,深度越大土壤含水率越高,湿度也越大。但是对种子萌芽来说,合适的播种深度由种子的物理特性决定。在合适的深度范围内湿度也不是越大越好,如小麦萌芽的最佳湿度为绝对含水率 12%~18%。沟播机应能为种子提供最佳萌芽条件。

2.2 施水位置和施水深度

灌水施肥播种覆土后,为保墒通常还要镇压。施入沟内的水如渗出地表,会大量蒸发浪费水资源,同时造成土壤板结及镇压装置粘泥。为保证沟播机正常工作和种子正常萌芽出苗,灌水位置必须恰当,既要使施入沟底的水不渗出地表,又要达到保证出苗的灌水量。

将水直接灌于种子所处位置(图 2,方案 I),即以水包围种子,这种施水方式的特点是,播种初期种子处于湿润中心,利于种子迅速吸水萌芽。对于西北干旱多风地区来说,无风的时间很少,地表经常处于风力作用之下,水分蒸发很快。这些地区小麦播种深度通常都在 4 cm 左右,如果将水灌于种子所处位置,由于施水位置较浅,则施水量不能太大,否则灌入种沟内的水

会渗出地表;然而,在土壤原始含水率较低,干土层超过 10 cm 时,施水量就不能过小,否则接不上底墒,施入种沟内的水迅速蒸发后,会出现“吊干”现象,即种子吸水膨胀萌芽后,由于水分供应不上,已经萌芽的种子来不及出苗又逐渐干瘪。这种种子则不会再度发芽,结果是既浪费了种子又耽误了农时。

将水施于种子正下方(图 2, 方案 II), 可以增加施水深度, 从而增加施水量以便接上底墒, 确保种子发芽。在施水量一定的前提下, 施水深度不可过大, 否则会造成种子区含水率不足而影响种子的正常发芽。施水深度可由下式估算^[2]

$$H = Q_1 / [(\eta - \eta_0) \cdot B_k] \quad (1)$$

其中: Q_1 为单位长度灌水量, $\text{mL} \cdot \text{cm}^{-1}$, $Q_1 = Q \cdot B_1 / 10^8$; Q 为灌水量, $\text{mL} \cdot \text{hm}^{-2}$; H 为施水深度, cm; η_0 和 η 分别为土壤原始含水率和接近饱和含水率, %; B_k 为开沟器工作幅宽, cm; B_1 为沟距, cm。

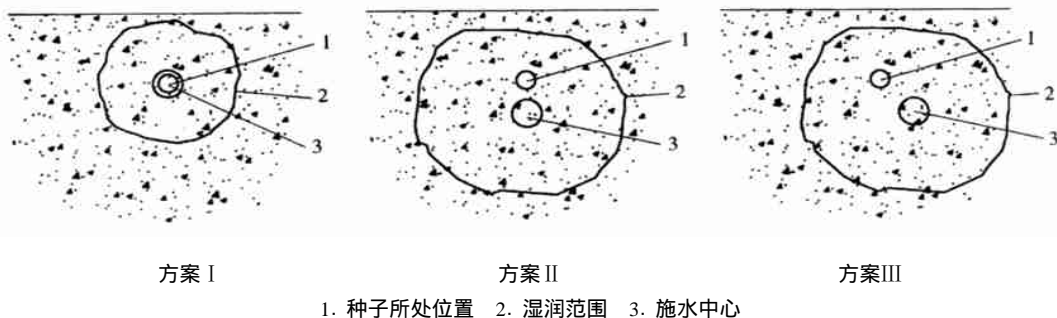


图 2 施水位置示意

方案 III 中, 水施于种子侧下方, 与方案 II 相比, 两者种子所处位置土壤含水率变化相近, 方案 II 略好于方案 III。但采用方案 II 时水沟与种沟位于同一铅垂面上, 种床位于施水开沟器刚翻动的土层上, 种床的紧密性不好, 不利于种子的发芽。3 种施水方案种子所处位置的含水率随时间变化情况见图 3。

在甘肃省定西县 5 个乡的试验结果证明, 施水深度在 8 cm 左右, 水施于种子侧下方 3~ 4 cm 处(图 2, 方案 III), 可使种子所处位置土壤得到较好的墒情, 出苗率明显提高。

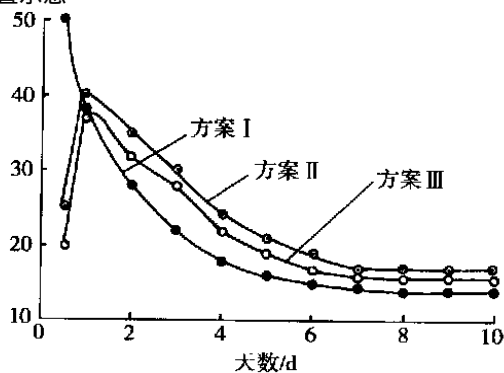


图 3 种子所处位置土壤含水率随时间的变化

3 施水装置及系统

灌水播种机与普通播种机最大的不同点在于自身配有施水系统。施水系统包括水箱、水管、水泵、分水器及必要的阀门。施水系统的性能直接影响机组的操纵稳定性、灵活性、工作效率及施水的均匀性。

3.1 水箱配置方案

小四轮拖拉机作为配套动力, 功率较小, 牵引能力有限, 播种机又为后悬挂, 而施水装置的

水箱要有足够的容积才能保证作业效率。所以水箱不适宜布置在播种机上, 否则会使整机中心后移, 影响拖拉机的操纵性能和安全性能。将水箱布置在拖拉机上, 水箱重心位置在驱动轮轴的前方, 靠近驱动轮处。此布置可以使整机重心前移, 增加坡地作业的安全性。为防止坡地作业侧翻, 尽量降低整机的重心, 水箱设计成 2 个, 左右对称布置。

3.2 水箱容积的确定

水箱容积的大小应满足 2 方面的要求。1) 满足播种作业单程或双程用水量, 以便加水可在地头进行, 避免影响播种作业质量。2) 水箱装满水后的总重应不影响拖拉机的正常操作, 即操向灵活、爬坡稳定、在耕整过的松软土地上正常行驶, 不产生过大的下陷和打滑。

满足第 1) 条件的水箱容积可由下式计算:

$$V = BLQ_{\max}/66\ 667$$

式中: V —— 水箱容积, m^3 ;

B —— 播种机工作幅宽, m ;

L —— 地块的长度, m , 地块长度一般在 50~ 150 m 之间;

Q_{\max} —— 最大灌水量, $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

满足第 2) 条件的水箱容积计算方法可按照农业机械和拖拉机常规设计计算方法确定。为了提高工作效率, 减少水箱加水次数, 在允许的范围内尽量采用大容量的水箱。2BFG(4)-8 小麦施水沟播机采用体积为 0.6m^3 的水箱, 使用效果良好, 纵向稳定性和横向稳定性均符合有关标准。

3.3 水泵参数的确定

因水箱位置较低, 采用水泵供水可保证施水的均匀性, 施水量不受水箱内水位变化的影响。水泵动力来自拖拉机的动力输出皮带轮; 水泵流量应满足最大灌水量要求, 流量计算可由下式确定^[3]:

$$Q_2 = 10^{-4} Q_{\max} v$$

式中: Q_2 —— 水泵额定流量, $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;

v —— 拖拉机作业时前进速度, $\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

水泵的吸程由当地水源情况确定。在满足流量、吸程的条件下, 可得到相应的水泵扬程。在 2BFG(4)-8 施水小麦沟播机上使用的水泵为 BO_2 型离心水泵, 参数为: 口径 38 mm (1.5 英寸); 吸程 8 m ; 扬程 23 m ; 流量 $14\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$; 转速 2 800 $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$; 功率 550~ 750 W 。

3.4 分水器设计

各行施水管施水量应均匀一致。来自水箱的水经水泵送至分水器, 经分水器进行分配后, 再由施水管灌入各自的种沟内。分水器由进水管、稳压室及施水管组成。进水管直径可参考水泵出水管直径来确定; 稳压室的外观为圆柱状, 直径可取进水管直径的 1.5~ 2 倍, 稳压室的长度不大于其直径的 2~ 3 倍, 具体长度视施水管数量而定, 在结构允许的条件下尽可能短些, 这样可以使稳压室内始终保持较大的充满度, 从而保证各施水管的施水均匀性。分水器结构见图 4。

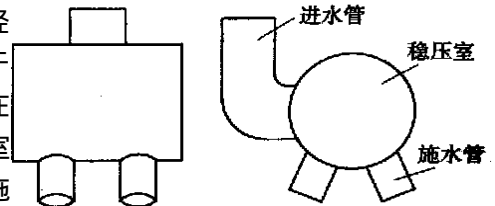


图 4 分水器结构形式

2BFG(4)-8型施水小麦沟播机通过甘肃省农机

鉴定总站的测定,总施水稳定性变异系数小于1.8%,水的断条率为0,满足《GB 9478—88 谷物条播机试验方法》中变异系数 7.8%,断条率 3%的标准。

2BFG(4)-8型小麦施水沟播机,在甘肃省定西县的饒口、内官、风翔、李家堡、西巩等5个乡镇进行了2a的示范和推广,出苗率较常年提高了15%,平均增产小麦 $525\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,收到了较好的经济效益和社会效益。

4 结束语

在干旱和半干旱地区,尤其是丘陵、坡地等土壤墒情差,水资源贫乏,无法解决灌溉或无财力解决灌溉的地区,灌水播种可利用少量的水和较低的成本来保证适时播种和出苗,利用集雨进行灌水播种是一条减灾免灾的可行出路。

灌水播种大面积推广的经济效益分析及影响灌水效果的因素,如开沟装置结构、施水装置结构,灌水方式、水管中水的流速、水的压力等还有待进一步的研究。

参 考 文 献

- 1 张波屏 现代种植机械工程 北京:机械工业出版社,1997. 189
- 2 郭维东 坐水播种时耕层土壤水分运动规律的研究:[学位论文] 沈阳:沈阳农业大学,1999
- 3 孙 骊,吕新民 旱地节水型播种机施水问题研究 干旱地区农业研究,1997,15(2): 95