

灌水沟播机起垄开沟器的设计与研究

张淑敏

(中国农业大学机械工程学院)

摘要 起垄开沟器是灌水沟播机的主要工作部件,需要一次完成起垄、开沟、覆土等几项作业。本文中对翼式起垄开沟器的结构形式及参数进行了设计研究,性能试验结果表明,该开沟器工作性能良好。

关键词 沟播机; 起垄翼; 开沟器设计

中图分类号 S 223.220.2

Design and Study on the Furrow-ridge-opener of Water-applying-furrow Seeder

Zhang Shumin

(College of Machinery Engineering, CAU)

Abstract Furrow-ridge-opener is the main working part of water-applying-furrow seeder. The key requirement to the new design is the furrow opening, ridging and covering of soil must be completed in one pass. The way to choose the structure and main parameters of furrow-ridge-opener are designed, studied and determined. The performance tests are carried on. The results showed that the working performance of the new furrow-ridge-opener is satisfactory.

Key words furrow seeder; ridge-opener; opening share design

灌水沟播是在平整过的土地上进行开沟、起垄、灌水、施肥、播种的联合作业。起垄开沟器首先在地表开出符合农艺要求的垄沟,同时在沟底开出肥沟和种沟,施肥灌水装置将肥、水灌入肥沟,播种装置将种子播入种沟,开沟器自动完成覆土作业。

目前我国适合上述联合作业的开沟器甚少,从而影响了灌水沟播作业的生产效率和机械化灌水沟播作业方式的推广和应用。

沟播垄埂的垄距较小(小于 35 cm),起垄作业需翻起较深的土层才能完成,开沟起垄消耗的动力就比较大;因此在动力一定的条件下起垄开沟器工作性能的好坏就成了能否实现多沟同时宽幅(播种机作业幅宽大于动力机驱动轮距)作业的关键。

1 起垄开沟器设计方案

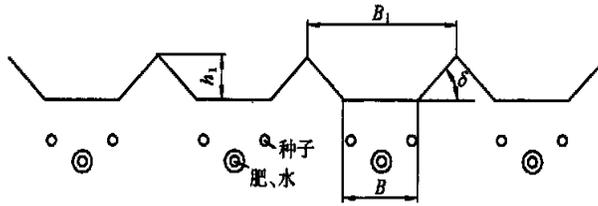
起垄开沟器作业时,起垄翼将表层土壤翻起筑成垄埂,播种施肥灌水开沟器在垄沟底部破

收稿日期: 2001-04-11

农业部科研项目

张淑敏,北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)51 信箱, 100083

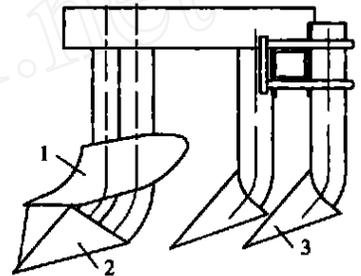
开下层土, 开出肥(水)沟和种沟。为防止肥料对种子的伤害, 本设计采用了种肥分施的方式, 使肥料位于种子的侧下方。灌水沟播作业形式及垄沟断面尺寸见图 1。



B - 沟底宽, cm; B1 - 沟(垄)距, cm; h1 - 垄高, cm; δ - 垄壁坡度, ($^\circ$), $\delta = \arctan[2h_1/(B_1 - B)]$, 其值视土壤自然休止角大小在 $40^\circ \sim 50^\circ$ 范围内选取

图 1 灌水沟播作业形式及垄沟断面尺寸

施水沟播时, 灌入水沟内的水入渗后转化为土壤水分, 施水 7d 后土壤含水率大于 10% 就可保证出苗。一般地, 施水后土壤含水率受多种因素的影响, 如土壤土质、开沟深度、灌水量、覆土状况及气候条件等, 在土质、覆土状况和气候条件一定时, 施水 7d 后土壤含水率只与开沟深度和灌水量有关。将水施于种子下方可以增加施水沟的深度, 因而填平水沟所需覆土厚度增加, 覆土厚度的增加可有效防止灌入水沟的水渗出地表, 以最大限度防止水分直接蒸发, 使有限的水资源发挥最大的效益。根据上述分析起垄开沟器总体设计方案见图 2。为简化结构, 起垄翼和施肥灌水开沟器共用 1 个立柱, 立柱为 2 个并列的空心钢管, 它们同时又是导肥管和导水管。起垄翼在上, 开沟器在下, 2 个播种开沟器对称布置在起垄装置后部。考虑到施肥灌水开沟器的回土性能, 以及防止开沟器缠草和壅塞, 改善其通过性, 设计中采取了 2 条措施: 1) 播种开沟器和施肥灌水开沟器前后错开一定的距离, 其立柱之间的距离不小于 18 cm; 2) 2 个播种开沟器前后错开适当距离。



1. 起垄翼; 2. 施肥灌水开沟器; 3. 播种开沟器

图 2 起垄开沟器总体设计方案

2 开沟器形式选择

从结构和性能 2 个方面考虑, 开沟器采用箭铲式^[1]比较合适。这种形式的开沟器结构简单, 有较好的制造工艺性和较高的强度和刚度, 尤其是入土性好, 工作阻力和对土层的翻动较小, 且可以开出暗沟, 因此更适合灌水播种。

由于西北干旱地区春季旱情较重, 土壤墒情很差, 通常土壤含水率只有 6% 左右。为保证出苗通常需要较大的灌水量, 为防止灌入沟底的肥水渗出地表, 造成水分蒸发而影响出苗, 施肥灌水开沟器开出的暗沟要比种沟宽大, 其作业幅宽要大于播种开沟器的作业幅宽。根据几年的实地调查, 对于干旱多风沙地区, 由于受风力影响, 土壤水分蒸发较快, 为了保证出苗, 灌水量可根据土壤原始含水率由

表 1 不同土壤原始含水率条件下的单位面积灌水量

原始土壤含水率/%	灌水量/($m^3 \cdot hm^{-2}$)
6~ 7	30
8~ 10	9~ 23

表 1 选取

施肥灌水开沟器工作幅宽 b 与单位面积灌水量 Q 的关系为

$$b = k_1 Q B_1 / 10^8$$

式中: Q —— 单位面积灌水量, $m^3 \cdot hm^{-2}$;

B_1 —— 垄距, cm;

b —— 施肥灌水开沟器作业幅宽, cm;

k_1 —— 修正系数, $hm^2 \cdot mL^{-1}$, 其值在 1.05~1.1 之间选取。

施水开沟器作业幅宽还受施水管与导肥管的结构形式及其直径大小的影响。在结构设计时还需要做适当调整。

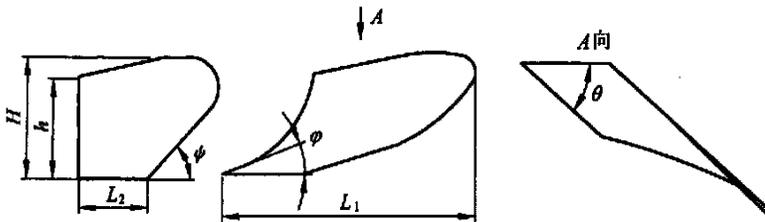
3 起垄翼结构形式设计及参数选择

3.1 结构形式设计

常用的起垄装置有牵引式和旋转式。牵引式因不需要传动系统, 结构简单, 应用较为广泛。在仅有的几种牵引式起垄装置中, 适合小垄距、较小垄埂端面尺寸的起垄装置几乎没有, 而常用的“八”字形刮板式起垄装置, 入土能力很弱, 在牵引力作用下只能将很浅的表层土向外推移, 因此只适合大垄距作业要求。

笔者对几种可以使土壤移动的装置进行了分析和研究后, 认为犁铧作为起垄翼较为理想^[2]。犁铧有很好的入土性能和翻土性能, 可以在较小的作业范围内翻起较深的土壤, 以满足小垄距垄埂的起垄要求。由于灌水沟播机需要多沟多行同时作业, 故采用双翼犁式起垄翼。为尽量简化开沟器结构, 将起垄翼设计成整体式, 翼边线一直延续到铧刃线处。

以与机组前进方向垂直的铅垂面为正立投影面, 起垄翼的主、左视图见图 3。



h —铧刃高度, cm; H —顶边线最大高度, cm; L_2 —铧刃长度, cm;

L_1 —起垄翼左视图宽度, cm; ψ —翼边线倾角, ($^\circ$); φ —碎土角, ($^\circ$); θ —初始元线角, ($^\circ$)。

图 3 起垄翼结构形式及主要参数

3.2 主要参数及导曲线的确定

由于起垄器是在耕整过的熟地上作业, 土壤已经较为细碎, 筑埂作业只需翻起土壤并使土壤侧移, 因此起垄翼铧刃线取为直线较好; 起垄翼曲面采用柱面或元线角变化较小的扭柱面, 柱面元线角取 40° ; 扭柱面元线角可取 $40^\circ \sim 42^\circ$; 铧刃线与翼边线夹角为 ψ , 两线直接相交; φ 为碎土角, 取值为 20° (过大会增加工作阻力)。

根据垄沟的断面尺寸, 起垄翼的其他尺寸计算如下^[3]:

$h = (1.2 \sim 1.3) h_1$; $H = (1.1 \sim 1.2) h$; $L_2 = 0.8B$; L_1 的大小由顶边线与翼边线间的过渡圆角确定, 起垄翼为圆柱面时顶边线与翼边线间过渡圆弧半径取 $10 \sim 15 \text{ mm}$, 扭柱面时取 $5 \sim$

10mm。

单组双翼起垄翼牵引阻力可由

$$P = K/A$$

粗略估算。式中:

K ——土壤比阻, $N \cdot cm^{-2}$;

A ——翻起土层断面面积, cm^2 。

导曲线可采用抛物线或近似圆弧, 其位置在距锋尖 $1/2$ 锋刃处。导曲线开度 l 为 $(0.6 \sim 0.7)H$; 初始段为直线, 长度 s 为 $20 \sim 25$ mm; 起垄翼安装角 ϵ 为 25° (图 4)。

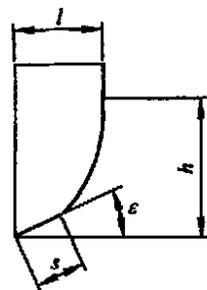


图 4 起垄翼导曲线

4 结束语

所设计的起垄开沟器已在 2BFG(4)-8 型小麦施水沟播联合机组上使用。经过实验室土槽试验和田间鉴定测试, 该起垄开沟器工作性能良好。

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 北京农业工程大学 农业机械学(上册). 北京: 农业出版社, 1991. 77~ 100
- 3 中国农业机械化科学研究院 农业机械设计手册(下册). 北京: 机械工业出版社, 1988. 605, 606