

# 全膜双垄沟播起垄施肥铺膜机的研制

史增录<sup>1</sup>, 赵武云<sup>1</sup>, 马海军<sup>2</sup>, 蒋五洋<sup>1</sup>, 柴守玺<sup>3</sup>

(1. 甘肃农业大学工学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃洮河拖拉机制造有限公司, 甘肃 定西 730500;

3. 甘肃农业大学农学院, 甘肃 兰州 730070)

**摘 要:** 针对全膜双垄沟播种植的农艺要求, 研制了一种起垄施肥铺膜机, 可完成起垄、施肥、喷药、铺膜和覆土压膜联合作业。用旋耕方式整地起垄, 覆土装置实现地膜纵向两边均匀覆土和地膜横向间隔覆土。采用旋耕前喷药和铺膜前施肥的作业方式, 保证药效和肥效最大限度地发挥作用。试验表明, 垄面光滑, 无明显缺陷且覆土后的地膜无机械破膜现象。膜横向覆土距离的平均值为 102 cm, 纵向覆土厚度和宽度的平均值为 5.1 cm 和 11.4 cm, 大垄的垄宽和垄高的平均值分别为 69.3 cm 和 14.9 cm, 小垄的垄宽和垄高的平均值为 40.5 cm 和 15.2 cm, 满足全膜双垄沟播种植农艺要求。覆土的厚度、宽度的变异系数分别为 4.83% 和 7.52%, 大垄宽度、高度的变异系数为 1.22% 和 2.14%, 小垄宽度、高度的变异系数为 2.26% 和 1.58%, 符合设计要求。

**关键词:** 全膜双垄沟播; 起垄; 施肥; 铺膜机

**中图分类号:** S223.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)02-0169-06

旱地玉米全膜双垄沟播栽培技术, 是在传统地膜覆盖技术基础上发展起来的一项集雨、保墒、抗旱新技术<sup>[1]</sup>。据测试, 全膜双垄可以提高耕层土壤含水率 1% ~ 4%, 提高地温 2℃ ~ 4℃, 在干旱地区的农作物全生育期, 每公顷可实现节水 1 500 m<sup>3</sup> 以上, 玉米地膜覆盖比对照田平均增产 30% ~ 50%<sup>[2]</sup>。

2010 年甘肃省采用全膜双垄沟播栽培技术的种植面积 69.88 万 hm<sup>2</sup>, 据统计全膜双垄沟播栽培技术的种植面积在逐年增加。目前采用人工起垄、铺膜和施肥, 所起的垄面不平整, 垄行不直, 并且费工费时, 生产效率低, 严重制约着全膜双垄沟播栽培技术的快速发展。所以实现机械化起垄铺膜, 是大面积推广全膜双垄沟播栽培技术的重要载体和必然选择。

## 1 起垄施肥铺膜机的工作原理及技术参数

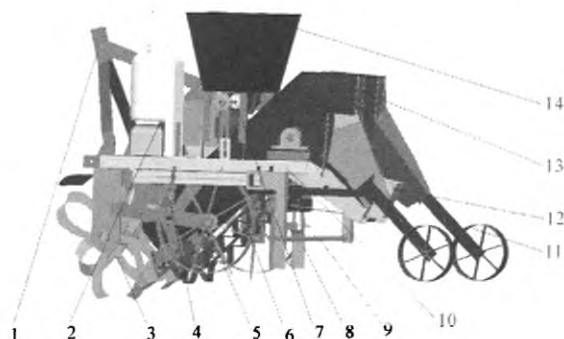
### 1.1 全膜双垄沟播栽培技术

全膜双垄沟播技术是将地膜覆盖与垄沟种植相结合的新的种植技术, 其农艺要求是: 大小垄总宽 110 cm, 大垄宽 70 cm, 高 10 ~ 15 cm, 小垄宽 40 cm, 高 15 ~ 20 cm, 地膜全覆盖沟内播种, 株距按当地农艺要求确定<sup>[3]</sup>。其主要特点是在深秋、初春季节先起好宽、窄不同的双垄, 同时用地膜对地表进行全部覆盖, 等到适当播种期时在沟内点播, 可有效接纳降

水, 增加地温, 减少蒸发, 有效改善作物的生长环境, 提高水分利用率。

### 1.2 主要结构

起垄施肥铺膜机的主要结构如图 1 所示。



1. 悬挂架 Hanger; 2. 喷药装置 Spraying device; 3. 旋耕刀轴 Rotary Spindle; 4. 仿行弹簧 Imitation of the line spring; 5. 仿行地轮 Follow suit to round; 6. 链式输土带 Soil with chain transmission; 7. 排肥器 Row fertilizer device; 8. 整垄器 Entire ridge device; 9. 挂膜装置 Biofilm device; 10. 机架 Frame; 11. 镇压轮 Suppression of wheel; 12. 横向覆土机构 Horizontal casing body; 13. 覆土器 Casing device; 14. 肥箱 Fat Box

图 1 起垄施肥铺膜机的结构图

Fig.1 Structrue diagram of ridge fertilization filming machine

### 1.3 工作原理

起垄施肥铺膜机的动力传动是通过与该机配套的拖拉机动力输出轴将动力传递到变速箱, 变速箱将动力经链条向后传递到链条式输土带上, 驱动链

收稿日期: 2011-09-20

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划资助项目(2007BAD52B08)

作者简介: 史增录, 甘肃甘谷人, 硕士生, 主要从事农业工程技术与装备研究。

通讯作者: 赵武云, 甘肃兰州人, 教授, 硕士生导师, 主要从事农业工程技术与装备研究。

条式输土带运动;动力通过链条式输土带的驱动轴经齿轮传动和链传动再传递到旋耕刀轴上,驱动旋耕刀转动;地轮仿形机构中的动地轮经链传动驱动槽轮式排肥器转动,带动排肥器工作;喷药装置的动力是利用蓄电池驱动,将药箱中的药液在压力单元的作用下,经喷枪均匀喷出。

起垄施肥铺膜机的工作过程先是蓄电池驱动压力单元,将药液均匀喷洒到地面,然后旋耕刀轴带动旋耕刀将已喷药的地面旋耕疏松,取土铲进行开沟起垄,旋耕刀抛起的土壤和取土铲铲起土壤送至链式输土带,向后输送。链式输送带将土壤输送到覆土装置后,覆土装置将土壤分两路,一路间歇地覆到地膜横向,另一路均匀地覆到地膜纵向两边并用镇压轮压实。排肥器将肥料均匀的施在大、小垄的垄

沟中间,然后进行铺膜作业,覆土装置将输送带的一路土壤均匀地覆到地膜纵向两边并用镇压轮压实。

链式输土带是将橡胶输土带铆接到链条上,该链条是由动力驱动转动,承受驱动时的拉力和输土带上土壤的重力,而输土带只承担在其上的土壤重力。用链条连接的橡胶输土带,减少了橡胶带的受力,增加输土带的使用寿命,提高整机的工作可靠性;喷药装置的喷枪固定在挡板上,农药喷洒在未旋耕的地面上,这有利于药液与土壤充分混合,并且在铺膜前施肥,使农药和农肥能最大限度的发挥作用。

1.4 主要技术参数

起垄施肥铺膜机的主要技术参数如表 1 所示<sup>[3]</sup>。

表 1 起垄施肥铺膜机的主要技术参数

Table 1 Main parameters of ridge fertilization filming machine

指标	参数 Parameters	指标	参数 Parameters
配套动力 Auxiliary power(kW)	18.4	地膜宽度 Film width(mm)	1200
机具自重 Equipment weight(kg)	185	旋耕深度 Rotary Depth(mm)	150
外形尺寸(长×宽×高)(mm) Dimensions(legth×width×high)	1680×1480×1110	地膜横向覆土间隔(mm) Film lateral casing interval	1000
大/小垄宽 Big/Small Ridge width(mm)。	400/700	喷头压力 Nozzle pressure(MPa)	<0.3
大/小垄高 Big/Small Ridge high(mm)	150/200	作业速度 Operating speed(km/h)	3.4
膜边覆土宽 Membrane side of the casing width(mm)	≥100	生产率 Productivity(hm <sup>2</sup> /h)	3.74

2 起垄施肥铺膜机关键部件的设计

2.1 旋耕刀轴的设计

起垄施肥铺膜机起垄用的旋耕刀轴异于旋耕机的旋耕刀轴,主要在于旋耕起垄刀片的形状不同于一般旋耕刀,其次是刀盒在刀轴上的焊接方位及排列不同<sup>[4]</sup>。旋耕起垄刀的作用除将土壤打碎外,还要将土壤由两边往中间推起,形成垄畦,故此它的刀身须设计得较为宽阔,并成螺旋叶片状如图 2 所示。旋耕起垄的刀盒与刀轴焊接时形成一定倾角,而且刀盒分左、右两边排列成螺旋形状如图 3 所示,以便更好地形成垄畦。另外,采用旋耕方式疏松,再用取土铲开沟起垄,克服了在硬茬地上起垄时,牵引阻力大,土垡体积大,不宜覆土压膜等问题。



图 2 旋耕起垄刀

Fig.2 Structrue diagram of spin ridging knife



图 3 旋耕刀轴的结构

Fig.3 Structrue diagram of spin ridging knife shaft

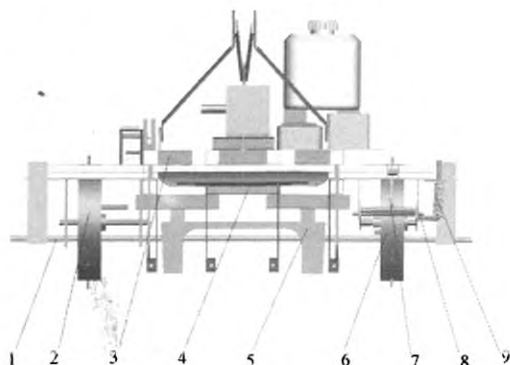
2.2 地轮仿形机构的设计

起垄施肥铺膜机的地轮仿形机构是由固定轮,动轮、仿行动架、限位杆、和仿行弹簧组成,其结构如图 4 所示。固定轮与机架的相对位置始终保持不变,仿形轮与仿行动架的相对位置保持不变,当地面高低不平时,在弹簧作用下,使得仿行动架在仿行弹簧的作用下上下移动,保证地轮始终跟地面接触,实现地轮的仿形功能;仿形动轮经链传动驱动排肥器工作,进行施肥作业。

2.3 覆土装置的设计

拖拉机的动力通过变速箱经传动装置输送至旋耕刀轴上,带动旋耕刀转动完成土壤疏松、起垄、施肥、铺膜和镇压等工序<sup>[5]</sup>。取土铲铲起土壤,送至输土带上,经覆土装置将从输土带上输送的土壤分两

路,一路将均匀的覆到地膜纵向两边,并用镇压轮进行镇压。另一路间歇地覆到地膜横向。两路的覆土量通过调整板来控制,如图5所示。

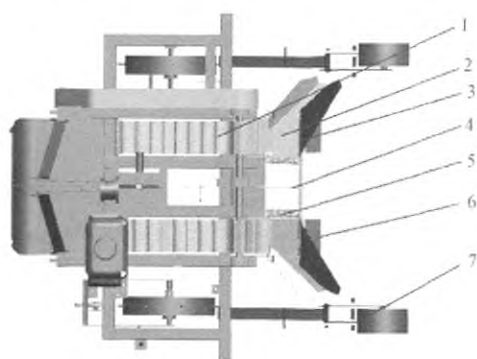


1.拉膜杆 Membrane bar; 2.固定地轮 Fixed to wheel; 3.机架 Frame; 4.喷枪 Spray gun; 5.修垄器 Entire ridge device; 6.动地轮 Moving to wheel; 7.限位杆 Limit bar; 8.仿行动架 Frame of action imitation; 9.仿行弹簧 Imitation of the line spring

图4 地轮仿形机构的结构图

Fig.4 Structrue diagram of land wheel imitation shape institutions

覆土装置的横向间歇覆土是通过该机在前进时固定轮上伸出杆带动排土杆转动,克服复位弹簧的作用将暂存土槽打开,实现已铺地膜的横向间隔覆土。覆土间隙由固定轮直径决定,其覆土间隔为100 cm。覆土装置除在地膜纵向两边进行覆土外,还具有在地膜横向覆土的功能,防止已铺地膜过长时,被风吹断的现象。



1.输土带 Lost land with; 2.侧流槽 Side of the groove; 3.调整板 Adjust-ment plate; 4.排土杆 Dump lever; 5.弹簧 Spring; 6.暂存土槽 Tempo-rary soil bin; 7.地轮仿行机构 Imitation of a rotating line agencies

图5 覆土装置的结构图

Fig.5 Structrue diagram of earthing device

为使垄的形状更为符合种植要求,在起垄机上安装了一块固定式修垄器,其作用是把凹凸不平的垄面刮平<sup>[6]</sup>。修垄器使用5 mm厚度的钢板制造,形状为一块矩形板,中部下方开梯形缺口,如图6所

示。



图6 修垄器的结构图

Fig.6 Structrue diagram of Entire ridger

### 3 起垄施肥铺膜机的功率消耗分析

起垄施肥铺膜机利用旋耕刀进行旋耕碎土、取土,可降低起垄铺膜机工作时的土壤阻力和拖拉机的牵引力,但增加了旋耕刀片切削土壤的功率。起垄施肥铺膜机的功率消耗主要有:刀片切削土壤所消耗的功率  $P_1$ ;刀片向后抛掷切削下来的土堡所消耗的功率  $P_2$ ;拖拉机前进所需的推进功率  $P_3$ ;排肥器排肥所消耗的功率  $P_4$ ;输土带向后输送土壤所消耗的功率  $P_5$ ;动力传动的摩擦内耗功率  $P_6$ 。其中旋耕功率为  $P = P_1 + P_2$  约占消耗功率的80%以上。旋耕功率  $P$  的计算式<sup>[7]</sup>:

$$P = M\omega = FR\omega = FV \quad (1)$$

式中, $M$ 为旋耕阻力距( $\text{m} \cdot \text{N}$ ); $\omega$ 为刀轴角速度( $\text{rad/s}$ ); $F$ 为刀片所受的工作阻力( $\text{kN}$ ); $R$ 为刀片的回转半径( $\text{mm}$ ); $V$ 为刀片端部线速度( $\text{m/s}$ )。

由上式随着速度  $V$  的提高,工作阻力  $F$  也会跟着增加<sup>[8]</sup>。所以在切削速度增加时旋耕功率  $P$  也会急速增加。根据式(1)在满足农艺要求的前提下应尽量降低旋耕刀片的线切削速度  $V$ 。

影响刀片的线切削速度  $V$  的主要因素有:

1) 旋耕时的耕深  $a$ 。

耕深  $a$  主要影响的是耕作过程中发生刀片背部挤压前方未耕土壤阻力。旋耕的耕深  $a$  和机组的前进速度  $V_m$  及刀片端部随刀轴自转的线速度  $V$  三者之间必须满足的关系为<sup>[9]</sup>:

$$a < (1 - \frac{V_m}{V})R \Rightarrow \lambda = \frac{V}{V_m} > \frac{R}{R - a} \quad (2)$$

式中, $\lambda$ 为旋耕速比(刀片端部的自转线速度  $V$  和机组前进速度  $V_m$  的比值); $V_m$ 为机组的前进速度( $\text{m/s}$ )。

2) 旋耕刀片的进给量  $S$ 。

旋耕刀片的进给量  $S$ 一方面影响起垄铺膜机向后输送土壤的细碎程度,也影响刀片的线切削速度  $V$ 。旋耕刀片的进给量  $S$  的影响因素主要是刀片的回转半径  $R$ ,刀轴上同一铤剖面内的刀片数目  $n$  和



旋耕速比 $\lambda$ ,其相互关系表达式为<sup>[10]</sup>:

$$S = \frac{2\pi \cdot R}{\lambda \cdot n} \Rightarrow n = \frac{2\pi \cdot R}{S \cdot \lambda} \quad (3)$$

式中: $n$ 为同一铧削面内的刀片数目(个); $S$ 为旋耕刀片的进给量(mm)。

根据公式(2)和(3)在选定与起垄施肥铺膜机配套的拖拉机时,机组的前进速度 $V_m$ 就一定;旱耕熟地(含水量20%~30%)的旋耕刀片的进给量 $S$ 取10~12 cm<sup>[11]</sup>;据农艺的要求旋耕时的耕深 $a$ 为150 mm左右,刀片的回转半径 $R$ 为180 mm。经计算得到同一铧削面内的刀片数目 $n$ 为2个,旋耕速比 $\lambda$ 为9。

## 4 起垄施肥铺膜机的试验及结果分析

### 4.1 试验方案

2010年4月该机在位于甘肃省定西市临洮县洮阳镇北五里铺路东侧的甘肃洮河拖拉机制造有限公司的试验田进行了试验,测定相关工作性能参数指标。

该机是先喷药再旋耕、施肥、起垄,最后铺膜和覆土压膜。肥料从肥箱经排肥管直接施到垄沟侧面,并有旋耕时打起的少量土壤覆盖肥料,然后进行铺膜。所以在工作时施肥的深度基本跟垄沟深度一致;施肥量的多少通过排肥器控制,在进地工作之前可根据施肥要求调节。故在该机试验时去掉了施肥深度、施肥量和施肥均匀性的数据采集。

试验田为土层深厚,土质疏松,肥力中上的川地,前茬作物为马铃薯,前茬作物收获后及时的进行了整地,地面较平整、土壤较干燥、细碎并且根茬少。试验面积为333.35 m<sup>2</sup>。该试验利用与本样机配套的东方红-300型拖拉机进行试验。东方红-300型拖拉机的配套动力为18.4 kW,前进行驶的速度范围为2.15~28.16 km/h<sup>[12]</sup>,作业时前进速度为3.4 km/h。起垄施肥铺膜机的场地试验如图7所示,起垄施肥铺膜后的效果如图8所示。



图7 起垄施肥铺膜机的试验

Fig.7 Test of ridge fertilization filming machine



图8 起垄施肥铺膜机试验后的效果

Fig.8 Test effect of ridge fertilization filming machine

### 4.2 试验和数据分析

为测定该机的性能参数,主要对膜边覆土宽度和厚度、垄宽和垄高、膜横断面压膜距离等相关数据进行了测量,其测定和分析结果如表2所示。

据测量结果分析,参数均符合设计要求<sup>[13]</sup>,垄面光滑,无明显缺陷且覆土后的地膜无机械破膜现象。由表2可以看出,纵向覆土厚度和宽度的平均值为5.1 cm和11.4 cm,地膜横向覆土距离的平均值为102 cm,大垄的垄宽和垄高的平均值分别为69.3 cm和14.9 cm,小垄的垄宽和垄高的平均值为40.5 cm和15.2 cm,均符合全膜双垄沟播的农艺要求,也符合DB/6200B91 1—89《小四轮拖拉机配套播种铺膜机操作规程及作业质量验收标准》的要求<sup>[14]</sup>。覆土的厚度、宽度的变异系数分别为4.83%和7.52%,大垄宽度、高度的变异系数为1.22%和2.14%,小垄宽度、高度的变异系数为2.26%和1.58%,符合设计要求。

## 5 结 语

全膜双垄沟播技术可以有效接纳降水,增加地温,减少蒸发、集雨、保墒、抗旱、增产效果非常明显,有效改善作物的生长环境,提高水分的利用率<sup>[1]</sup>。设计的起垄全铺膜联合作业机可完成起垄、整形、施肥、铺膜和覆土压膜等联合作业。

通过田间试验分析,研制的全膜双垄沟播起垄施肥铺膜机在作业前进速度为3.4 km/h时,膜横向覆土距离的平均值为102 cm,纵向覆土厚度和宽度的平均值为5.1 cm和11.4 cm,大垄的垄宽和垄高的平均值分别为69.3 cm和14.9 cm,小垄的垄宽和垄高的平均值为40.5 cm和15.2 cm;覆土的厚度、宽度的变异系数分别为4.83%和7.52%,大垄宽度、高度的变异系数为1.22%和2.14%,小垄宽度、高度的变异系数为2.26%和1.58%,满足双垄沟播

技术的农艺要求,也符合该机的设计要求。

表 2 起垄施肥铺膜机的试验数据  
Table 2 Test data of ridge fertilization filming machine

序号 No.	覆土厚度(cm) Covering thickness	覆土宽度(cm) Covering width	大垄宽(cm) Big Ridge width	小垄宽(cm) Small Ridge width	大垄高(cm) Big Ridge high	小垄高(cm) Small Ridge high	横向覆土间隔(cm) Film lateral casing interval
1	4.9	11.4	68.0	39.0	14.8	15.2	98
2	5.1	10.0	68.5	41.0	14.5	15.6	100
3	4.6	12.3	69.0	41.5	14.0	15.3	95
4	5.5	99	70.0	41.0	14.8	15.4	110
5	5.6	11.4	69.0	41.3	15.4	15.5	93
6	5.2	11.3	69.5	39.0	14.6	15.6	120
7	5.1	11.8	69.5	40.0	15.0	14.9	110
8	5.1	12.0	70.0	42.0	14.8	15.0	92
9	5.0	12.1	71.0	41.0	15.4	15.3	110
10	5.3	12.2	69.0	39.6	15.3	15.1	92
$\mu$	5.1	11.4	69.3	40.5	14.9	15.2	102
$\sigma$	0.24	8.60	8.51	10.6	3.20	2.42	0.093
CV	4.83	7.52	1.22	2.62	2.14	1.58	9.12

注:表中  $\mu$  为平均值,  $\sigma$  为标准差, CV 变异系数(%)。  
Note:  $\mu$  is the average value,  $\sigma$  is standard deviation, CV is coefficient of variation (%) of the table.

参 考 文 献:

[1] 赵 凡.旱地玉米全膜覆盖双垄面集雨沟播栽培技术[J].甘肃农业科技,2004,(11):22-23.

[2] 杨祁峰,孙多鑫,熊春蓉,等.玉米全膜双垄沟播栽培技术[J].中国农技推广,2007,23(8):20-21.

[3] 柴 鹏.西峰区农业技术推广中心[J/OL].陇东报,http://ld-news.gansudaily.com.cn/system/2009/04/02/01104812.shtml/2009-04-02.

[4] 梁 政.旋耕机改进为旋耕起垄机的设计及制造[J].现代农业装备,2008,(5):47-49.

[5] 彭毛站,张建领,梁 政.拖拉机配套旋耕起垄机的设计与研制[J].拖拉机与农用运输车,2010,37(3):93-94.

[6] 安世才,张 勇,王 晋,等.起垄全铺膜联合作业机的设计与试验研究[J].中国农机化,2009,(6):73-76.

[7] 镇江农业机械学院.农业机械学(上册)[M].北京:中国农业机械出版社,1981.

[8] Г.Н.西涅阿科夫 著,李清桂,张先达 译.土壤耕作机械的理论和计算[M].北京:中国农业机械出版社,1981.

[9] 陈寿奎.农田作业机械化[M].重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1987.

[10] 北京农业机械化学院.农业机械学(上册)[M].北京:农业出版社,1981.

[11] 周宏明,薛 伟,桑正中.旋耕机总体参数的优化设计模型[J].农业机械学报,2001,32(5):37-39.

[12] 第一拖拉机股份有限公司.东方红 300P 拖拉机使用保养说明书[M].河南:第一拖拉机股份有限公司,2004:1-40.

[13] 莫惠栋.农业试验统计[M].上海:上海科学技术出版社,1983.

[14] DB/6200B91 1—89.小四轮拖拉机配套播种铺膜机操作规程及作业质量验收标准[S].兰州:甘肃省农业机械管理局,1989.

## Whole plastic-film double furrow sowing cultivation of the design and manufacture of ridge fertilization filming machine

SHI Zeng-lu<sup>1</sup>, ZHAO Wu-yun<sup>1</sup>, MA Hai-jun<sup>2</sup>, JIANG Wu-yang<sup>1</sup>, CAI Shou-xi<sup>3</sup>

(1. College of Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China;

2. Gansu Tao River Tractor Manufacturing Co., Ltd., Dingxi, Gansu 730500, China;

3. College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

**Abstract:** Aiming at agricultural demands of whole plastic-film double furrow sowing cultivation, developed a kind of ridging fertilization film machine, may complete the ridging, fertilization, spraying, mulching and earth-pressure plastic-film combination type processes. Ridge with the rotary way of soil preparation, earthing device to achieve uniformity of film on both sides of the vertical casing and the plastic-film covering soil horizontal interval. The use of rotary before the spraying and mulching before fertilization ways, to ensure maximum efficacy of fertilizer and Pesticides. The experiment indicated that the ridge surface is smooth, and not obvious flaw fills under the level not to have the machinery broken membrane phenomenon. the average distance of lateral soil covering is 102 cm, the average value of longitudinal covering soil thickness and width is 5.1 cm and 11.4 cm, the average value of width and height of the big ridge is 69.3 cm and 14.9 cm, the average value of width and height of the small ridge is 40.5 cm and 15.2 cm meet the entire membrane double ridge and furrow planting agronomic requirements, the variation coefficient of covering soil thickness and width is 4.83% and 7.52%, the variation coefficient of the big ridge width and height is 1.22% and 2.14%, the variation coefficient of small ridge width and height is 2.26% and 1.58%, meets the design requirements.

**Keywords:** whole plastic-film double furrow sowing cultivation; ridge; fertilization; filming machine

(上接第 168 页)

## Research on agricultural adaption degree to climate change in eastern part of Shaanxi Province

—Take cotton production as an example

ZHANG Li-wei, YAN Jun-ping, MA Qi, WANG Xiao-zhe

(College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

**Abstract:** According to meteorological data and cotton yield in in Weinan, a study was carried ou to establish assessment methods of agricultural adaption to climate change based on reviewing the previous researches on climate change adaption. The results show: (1) The climate warming and drying trends benefited cotton production in Weinan from 1980—2009; Cotton yield increased by 241 kg/hm<sup>2</sup> and 13 kg/hm<sup>2</sup> respectively when the temperature (Apr. ~ Oct.) increased by 1 °C or precipitation (Sep. ~ Oct.) reduced by 10 mm; (2) Human adaption has improved year by year in the background of climate change, and agro-climatic adaption increased in Weinan from 62.5% in the 1980s to 93.72% in the early 21st century, however the coefficient of variation reduced from 83.7% to 6.3%. The degree of adaption to climate change in agriculture showed a clear increasing trend year by year, but the volatility decreased in Weinan. (3) Technological progress on human ability to adapt to climate change significantly helps to enhance the role of humans, and we have a strong adaption to climate change in cotton production of Weinan.

**Keywords:** climate change; adaptation; adaption degree; climate warming and drying; Weinan