

## 地膜回收机拢膜机构的设计

罗东升 张东兴 姜秀华

(中国农业大学机械工程学院)

**摘要** 针对地膜回收机回收超薄地膜时回收率较低的状况, 提出为地膜回收机增加拢膜机构的设想, 并对拢膜机构进行了结构参数设计。试验结果表明, 地膜回收机增加拢膜机构可明显提高捡膜器的工作性能。

**关键词** 地膜回收机; 拢膜机构; 参数设计

**中图分类号** S 223.500.2

## Design of a Raking Component on Plastic Mulch Lifter

Luo Dongsheng Zhang Dongxing Lou Xiuhua

(College of Machinery Engineering, CAU)

**Abstract** The scheme of adding a raking component to the Plastic Mulch Lifter was studied. The parameter performance and the component design was introduced. Experiment results indicated that the raking component is really helpful to improve the lifter's performance.

**Key words** plastic mulch lifter; raking component; parameter preference

目前, 厚度为 0.007~ 0.015 mm 的超薄地膜在地膜覆盖种植中应用广泛, 经过作物生长期的自然腐蚀后其强度变的很低, 回收时易破碎, 往往给回收机捡膜器的工作带来不便。针对此情况, 笔者在现有地膜回收机的基础上提出了增加拢膜机构的设想, 即通过拢膜机构将强度很低、流动性很差且紧贴地表的地膜由两边向中间收拢, 同时拢膜机构完成松土起膜、膜土初步分离作业, 以此提高回收机捡膜器与地膜的有效接触, 进而提高地膜回收率和捡膜器的工作效率。

### 1 拢膜机构的设计

该拢膜机构是在普通的直铲上加疏导齿而成的(图 1)。前端直铲将地膜两边的压膜土疏松, 并将地膜起出; 后端疏导齿将地膜向中间收拢。由于地膜具有质量轻、易贴伏的特性, 故疏导齿不能与地膜完全接触, 否则会使地膜在疏导齿上壅堵, 不利于捡膜器的工作。同时, 在拢膜过程中要避免拢土过多。综上, 疏导齿的工作原理是: 前端直铲将地膜两边地表土疏松、破碎、抬起, 被抬起的土壤在疏导齿上逐步回落, 并与地膜分离, 同时地膜伴随未回落的土壤一起向中间收拢。

#### 1.1 拢膜机构结构参数的设计

设计拢膜机构时, 要确定几个重要的结构参数(图 1); 拢膜幅宽  $s$ , 疏导齿与松土铲刃方向

收稿日期: 2001-04-10

国家“九五”攻关项目

罗东升, 北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)46 信箱, 100083

的夹角(疏导角) $\varphi$  疏导齿末端连线与松土铲刃方向的夹角(集膜角) $\psi$ , 疏导齿间距  $\lambda$ , 松土铲刃长  $L$ , 疏导齿长度  $l$ 。以下分别讨论各参数的选取准则。

拢膜幅宽  $s$ 。根据具体要求而定,但不能太大。对幅宽为 800 mm 的农用地膜,一般将  $s$  定为 200 mm 左右较为合适。 $s$  过大将增加拢膜作业难度,拢膜质量难以保证,且可导致拢膜后覆盖幅宽过小,不可避免地减小回收机扶膜齿的间距,从而增加了壅堵的概率。

疏导角  $\varphi$   $\varphi$  越大,拢膜机构的拢膜效果越佳,但相应的增加了拢膜齿的长度。由于拢膜齿是悬臂作业,拢膜齿过长将降低其可靠性,但  $\varphi$  过小会造成拢土过多,给收膜带来不利影响。设计中选取  $\varphi$  为  $45^\circ$ ; 试验证明能达到较好的拢膜效果而不致拢土压膜。

集膜角  $\psi$   $\psi$  决定拢膜后地膜的分散度,分散度定义为:第 1 疏导齿与最后疏导齿末端连接线在松土铲刃方向的投影长度与拢膜幅宽之比。如果设第 1 疏导齿与最后疏导齿末端连接长为  $b$ ,则分散度  $E$  可表示为

$$E = b \cos \psi / s \tag{1}$$

其中

$$b = s \sin \psi / \sin(\varphi - \psi) \tag{2}$$

将式(2)代入式(1)得

$$E = \sin \varphi \cos \psi / \sin(\varphi - \psi) = 1 / (\cot \varphi \tan \psi + 1) \tag{3}$$

由式(3)可见,  $\psi$  越大,  $E$  越小,收拢膜比较集中,使得收拢的膜土相叠压不利膜土分离,容易造成回收机壅堵。 $\psi$  过小会使疏导齿过长,伸出松土铲工作边界,从而使收拢的地膜和土壤压在中间未收拢的地膜上,使疏导齿高出地表,造成地膜在疏导齿上堆积。设计中选取  $\psi$  为  $60^\circ$ 。

疏导齿间距  $\lambda$ 。疏导齿间距的选取与土壤的质地、湿度和坚实度有关。砂性土壤较之黏性土壤  $\lambda$  可以取小一些;湿度和坚实度小的土壤较之湿度和坚实度大的  $\lambda$  可以取小一些。然而在地膜回收机使用中根据土壤状况改变疏导齿间距  $\lambda$  显然是不现实的,只能选取一个能较好适应以上各种情况的疏导齿间距。究竟  $\lambda$  取多少对各种土壤的适应能力比较好需作进一步的研究。设计中选取的疏导齿间距为 50mm。

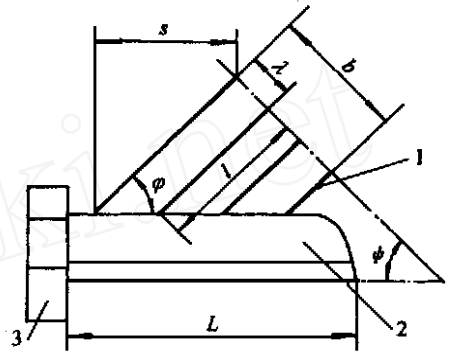
松土铲刃长  $L$ 。 $L$  的选取由拢膜幅宽  $s$  决定,一般在拢膜宽度  $s$  的基础上加 50mm,以弥补拖拉机的行走误差并保证疏导齿工作在松土铲刃幅宽内。

疏导齿长度  $l$ 。每条疏导齿的长度是不同的。假设疏导齿在松土铲刃上均匀分布,则每条疏导齿的长度由式(4)确定。

$$l_i = \frac{L \sin \psi + (L - s) \tan \varphi \cos \psi - i \lambda \sin \psi / \sin \varphi}{\sin(\psi + \varphi)} \tag{4}$$

其中:  $i$  表示图 1 中自左向右的各拢膜齿,  $i = 0, 1, 2, 3$ 。

工作深度  $h$ 。 $h$  由地膜膜边的压膜深度而定。地膜覆盖作业一般由地膜覆盖播种机完成,其压膜深度为 30~ 50mm,故  $h$  可选为 60mm 左右。根据以上分析,拢膜器的结构参数见表 1。



1. 疏导齿; 2. 松土铲; 3. 立臂  
图 1 拢膜机构示意

该拢膜器共设计了 4 条疏导齿, 由式(4)可计算出其长度分别为 225, 170, 115 和 60mm。

表 1 拢膜器结构参数

拢膜幅宽 $s$	工作深度 $h$	疏导角 $\varphi$	集膜角 $\psi$	疏导齿间距 $\lambda$	松土铲刃长 $L$
/mm	/mm	/( $^{\circ}$ )	/( $^{\circ}$ )	/mm	/mm
200	50	45	50	50	250

## 1.2 疏导齿外形设计

疏导齿由直径为 10mm 的圆钢弯折成一定的曲线而成。理论分析表明, 疏导齿的几何外形参数对其工作性能影响较大, 设计中要求疏导齿外形曲线足够光滑和连续, 以便土壤和地膜能够顺利流畅地沿疏导齿外形流动。在实际选取曲线时, 只要保证疏导齿外形曲线能够二阶连续可导即可。为满足此要求, 在疏导齿外形设计中采用了三次样条插值曲线的构造方法。

现以疏导齿长  $l = 225 \text{ mm}$  ( $i = 0$ ) 为例说明求疏导齿外形曲线的过程。其插值点见表 2。在选择插值点时应该使曲线前半段的  $y$  值很快增长, 而后缓慢增

表 2 拢膜机构疏导齿样条插值点

$x$	0	20	40	80	140	200	225
$y$	0	27	45	55	60	70	75

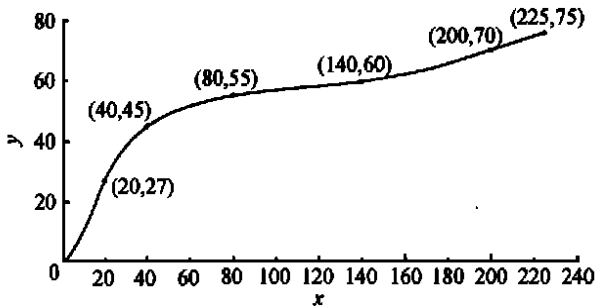


图 2 疏导齿样条曲线

长, 这样设计可以使拢膜器在工作时动土快速回落, 从而降低对土壤的搅动强度, 节省动力, 减少拢土量; 另外在疏导齿的末端, 应将  $y$  值取为稍大于工作深度。将以上 6 点输入三次样条插值求解程序<sup>[1]</sup>, 即可绘制出疏导齿的样条曲线(图 2)。

其他各条疏导齿曲线可用同样方法得到, 也可以在此曲线的基础上通过缩短 80~ 200mm 的工作行程而得到。

## 2 试验验证

将按以上设计参数制造的拢膜机构安装在  $\text{MS}^{-1}$  地膜回收机<sup>[2]</sup>上进行试验。试验在中国农业大学东校区农机运用教研室实验地内进行。试验结果证明拢膜机构能达到预期的拢膜效果, 拢膜顺畅, 拢土量很少。 $\text{MS}^{-1}$  型地膜回收机增加拢膜机构不仅提高了地膜回收率, 而且提高了捡膜器的工作可靠性, 减小了杂草对扶膜齿的堵塞, 提高了回收机的整体性能<sup>[3]</sup>。

## 3 结束语

本文中详细介绍了根据试验所确定的一种拢膜器的设计方案, 在地膜回收机实际设计时, 建议将起膜铲和拢膜机构设计为一个部件, 以降低地膜回收机的复杂程度。

## 参 考 文 献

- 1 丁丽娟 数值计算方法 北京: 北京理工大学出版社, 1997. 112~ 118
- 2 张东兴 残膜回收机的设计. 中国农业大学学报, 1999, 4(6): 41~ 43
- 3 罗东升.  $\text{MS}^{-1}$  型地膜回收机的改进试验研究: [学位论文] 北京: 中国农业大学, 2001