

文章编号: 100226819(2001)0520055204

直插式覆膜小麦穴播机的设计

刘军干¹, 王天辰², 阎发旭¹, 潘卫云², 霍守成³

(1. 兰州恒通机电一体化研究所; 2 甘肃省农业机械鉴定站; 3 甘肃省农业机械化学校)

摘要: 该文设计的直插式覆膜小麦穴播机, 采用平行四杆机构与轨道共同控制成穴器运动, 成穴器轨迹非常接近理想直插运动曲线, 成穴器入土后沿机组前进方向无显著位移运动, 解决了原用滚筒鸭嘴式穴播机的撕膜、错位问题, 即使改变成穴器有效工作长度, 不会引起成穴器轨迹的变化, 可满足不同作物的穴播, 成穴器直接接种, 整体仿形, 成穴器活门强制开关的定时打开和晚关是该机的特点。

关键词: 覆膜小麦; 穴播机; 直插机构

中图分类号: S223.2⁺3 **文献标识码:** B

覆膜栽培是小麦新的丰产栽培技术, 其整地、施肥、播种、田间管理等环节均不同于露地小麦, 覆膜小麦穴播机必须满足覆膜小麦种植的农艺要求。目前广泛使用的滚筒鸭嘴式覆膜小麦穴播机不易达到覆膜穴播的农艺要求。存在的主要问题是: 错位、穴粒数合格率低、播种深度和穴、行距均不可调、空穴率高等。其原因一是滚筒鸭嘴式穴播机采用外槽轮排种器, 种子排入滚筒后再二次分配到各个成穴器, 虽然可以调整亩播量, 但穴粒数合格率低; 二是采用滚筒鸭嘴式, 其运动轨迹为曲摆线, 膜孔形成后, 鸭嘴顶端产生挑膜或挂膜, 地膜经反复拉伸产生错位; 三是冬麦和春麦、水地和旱地、播种时土壤水分状况、土壤质地、土壤肥力和施肥水平等条件不同, 要求有不同的播种深度和不同的穴、行距, 才能保证有较好的出苗率和根系发育的营养面积, 和较好的光照条件。但滚筒鸭嘴式覆膜穴播机受结构限制难以调整; 此外, 被动开启式的鸭嘴还有易堵穴、夹土块和有时不易入土打开等问题。采用直插式覆膜小麦穴播机后, 解决了上述存在的问题, 有利于小麦覆膜穴播技术的顺利推广。

1 结构及工作过程

直插式覆膜小麦穴播机的结构及工作过程如图 1 所示, 肥料从排肥器 4 中排出, 通过排肥管 3 靴式开沟器 1 施于土壤中; 靴式开沟器同时有松土作用; 刮土板 23 完成整地, 提高地表平整度, 使地膜更好

地贴合于地表; 膜边开沟犁 22、压膜轮 21、膜边覆土犁 19 等部件完成覆膜; 活动纵梁 9 通过铰接件与固定纵梁 8 连结, 做到整体仿形; 成穴器支承轮 15 通过地轮 24 驱动, 当机组前进时成穴器支承轮作旋转运动, 带动成穴器 18 作上下运动, 成穴器由平行四杆机构控制, 始终保持垂直向下, 接种盒 13 处于最高点时, 排种轮 11 改用可调型孔式, 按穴把种籽排入接种盒, 随着成穴器支承轮的旋转, 已充种的成穴器处于最低点时, 成穴器活门强制打开, 种籽落入种穴孔中; 成穴器进入地表后, 因受土壤作用力脱离平行四杆机构控制而受导向轮 14 轨道的控制, 成穴器沿前进方向相对静止, 沿垂直地表方向随机组移动而变化, 从而解决了膜孔和种穴孔错位问题, 而且排种也不存在二次再分配的情况。

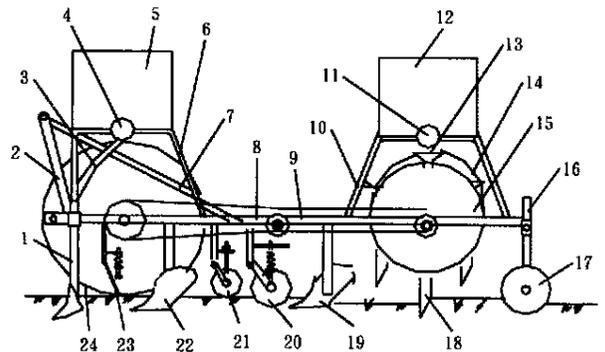


图 1 直插式覆膜小麦穴播机结构原理

Fig 1 The structure and principle of film laying wheat hill seeder with vertical dropping mechanism

2 成穴机构运动过程分析

要实现理想的直插式穴播, 成穴器的运动轨迹

收稿日期: 2001-03-20

作者简介: 刘军干, 高级工程师, 兰州市 兰州恒通机电一体化研究所, 730046

应如图 2 所示。

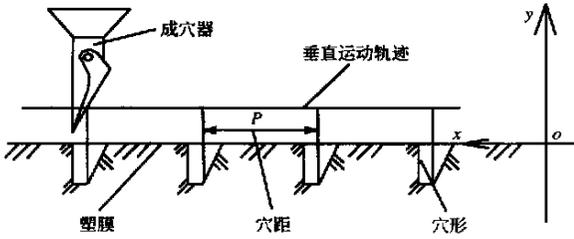


图 2 理想直插式穴播机

Fig 2 Ideal hill seeder with vertical dropping mechanism

在 xoy 坐标系中, x 表示机组前进的方向, y 表示成穴器上下运动的方向。

理想直插式穴播机的运动轨迹分成穴器在地表以上和地表以下两种状态讨论。

从成穴器进入地表时刻 t_r 起至规定播深时刻 t_h , 又从规定播深 h 至离开地表时刻 t_c 止, 参数方程为

$$\begin{cases} x_r = x_h = x_c = s + nP \\ y = at \end{cases}$$

式中 x_r, x_h, x_c —— t_r, t_h, t_c 时刻成穴器的坐标值; s —— xoy 原点到第一穴孔的距离; n —— 穴孔数; P —— 穴距; a —— 系数; t —— 时间变量。

则成穴器在各时刻的前进速度是

$$\frac{dx_r}{dt} = \frac{dx_h}{dt} = \frac{dx_c}{dt} = 0$$

另一种状态是成穴器离开地表后的运动, 不影响播种作业质量, 故不做分析。

本文设计的直插机构如图 3 所示, 其 B 点的运动轨迹近似理想直插式运动轨迹, 机构特点: 成穴器由平行四杆机构和导向轨道共同控制, 成穴器 B 点

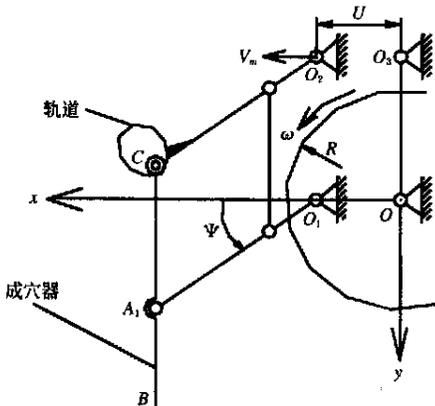


图 3 直插式穴播机构简图

Fig 3 Schematics of hill seeder with vertical dropping mechanism

受到土壤外力作用时, C 点以 A_1 点为圆心做圆周运动, C 点位移量的大小受轨道的约束, B 点未受到土壤外力作用时, 在自重作用下, 通过铰接点 A_1 , 保持垂直向下状态, A_1, B 点运动轨迹如图 4 所示。

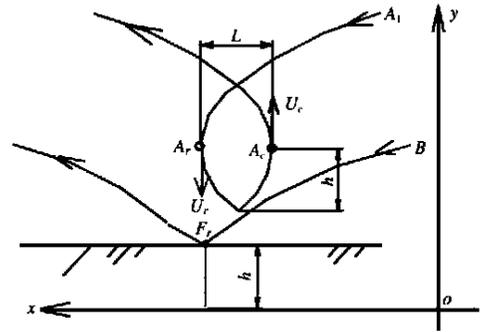


图 4 成穴器运动轨迹

Fig 4 The moving track of hill dropper

运动过程分析: (选 xoy 坐标系)

1) 铰接点 A_1 作余摆线运动, 只有在满足一定条件下, A_1 点的运动轨迹才能构成摆环, 摆环的最大环宽 L 由机组沿 x 方向的速度 V_m 和 A_1 点绕 O_1 点圆周运动的切线速度 V 的比值决定, 即下式成立

$$K = \frac{V_m}{V} < 1$$

成穴器垂直插入和拔出土壤, 当 A_1 运动至 A_r 点时入土, A_1 运动至 A_c 点时出土, 摆环的最大横弦 $A_r A_c$ 上 A_r 点的绝对速度 u_r 是垂直向下, A_c 点的绝对速度是垂直向上, 摆环高度的一半应为播深 h , 摆环最大环宽 L 是 A_1 点在成穴过程 t_r 时刻至 t_c 时刻沿 x 方向的最大位移量。

2) 机组沿 x 方向前进的速度 V_m , A_1 点的切线速度 $V = R\omega$, 则成穴器铰接点的余摆线轨迹方程

$$\begin{cases} x = v_m t + R \cos \gamma = R(K + \cos \gamma) \\ y = R \sin \gamma \end{cases}$$

式中 R —— 成穴器支承轮铰接点半径。

3) 摆环最大环宽 $A_r A_c$ 的计算:

如图 5 所示, 成穴器入土和出土时, 四连杆 A 点的转角为 γ_r 和 γ_c 。已知 A_r 点和 A_c 点处均是 $\frac{dx}{dt} = 0$

$$A_r \text{ 点的 } \frac{dx}{dt} = R(K + \sin \gamma_r) \frac{d\gamma}{dt} = 0$$

$$A_c \text{ 点的 } \frac{dx}{dt} = R(K + \sin \gamma_c) \frac{d\gamma}{dt} = 0$$

则得到: $\gamma_r = P - \arcsin K$

$$\gamma_c = \arcsin K$$

将 γ_r, γ_c 代入摆线方程

$$x_r = R(KP - 7_c) - \cos 7_c$$

$$x_c = R(K7_c + \cos 7_c)$$

摆环最大宽度 L

$$L = x_r - x_c = 2R(\cos 7_c - K(\frac{P}{2} - 7_c))$$

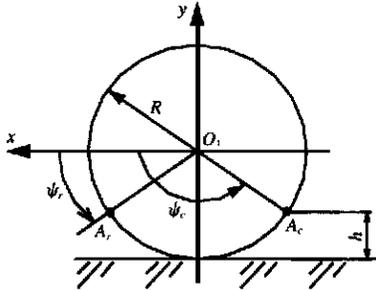


图 5 成穴器入土和出土时 O_1A_1 杆件转角

Fig 5 Turning angle of O_1A_1 pole at the hill dropper into ground surface and out of it

4) 插入、拔出角的计算:

由图 5 可知, 成穴器支承轮铰接点 A_1 分别处于 A_r 和 A_c 点时, 则成穴器顶端 B 点相应处于插入土壤和拔出土壤时刻, 则下式成立

$$\frac{R-h}{R} = \sin 7_r$$

$$7_r = \arcsin \frac{R-h}{R}$$

式中 h ——设计播深

5) B 点插入土壤过程分析:

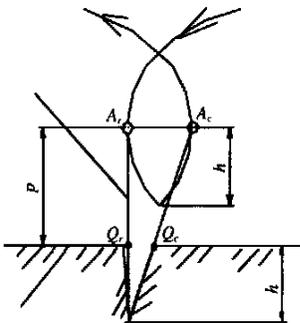


图 6 穴形示意图

Fig 6 The schematic of form of hill dropping

成穴器顶端 B 点插入土壤中, 呈鸭嘴状的成穴器挤压周围土壤, 形成一个与成穴器顶端形状相似的凹坑, 如图 6 所示, 由于四联杆机构的 CA 、 AB 杆件上 C 点可以沿轨道作相对运动, 所以凹坑的最大宽度 Q_r, Q_c 可用下式近似表示

$$\frac{Q_r Q_c}{A A_c} = \frac{h}{p}$$

因为 $h, p, A A_c$ 是结构参数, 均为已知, 故可求出

$$Q_r Q_c = \frac{h}{p} A A_c$$

依上所述, 采用平行四杆机构与轨道组合共同控制成穴器运动, 成穴器轨迹非常接近理想直插运动轨迹。

3 试验结果

通过 8 台样机的大田试验和性能考核, 主要指标能满足覆膜小麦的农艺要求。具有一定的地域适应性。试验结果见表 1。

表 1 试验结果

Table 1 Experimental results

检验项目	性能指标
撕膜	0
实现播深	2.5~6 cm 可调
活门开闭方式	自锁式强制开关
穴粒数合格率	85.9%
播深合格率	100%
空穴率	0
飘籽率	0.1%
施肥深度合格率	100%
地膜贴合率	98%
膜孔和种穴错位率	< 2.1%
总排肥量稳定性变异系数	0.8
机具质量	185 kg
作业油耗	6.30~7.50 kg/öhm ²
生产效率	> 0.3 hm ² /öhh
配套动力	11~14 kW

4 结论

直插式覆膜穴播机成穴器利用平行四杆机构和轨道组合控制, 实现了成穴器入土后无前后方向显著的水平位移的要求, 结构简单, 构思新颖, 与所研制的可调型孔轮排种器配套构成的直插式穴播机具有穴粒数合格率高; 成穴器活门强制开闭; 孔穴错位率低等特点。该机型解决了滚筒鸭嘴式穴播机存在的诸多缺陷, 是较理想的小麦地膜覆盖穴播机具, 也可用于其它作物的穴播。

[参考文献]

[1] 汪遵元, 胡敦俊, 黄聿荣 滚轮式膜上打孔精量播种机[J] 农业机械学报 1998, 19(1): 88~95
 [2] 马旭, 马成林, 张守勤 地膜覆盖播种机的研究[J] 农业机械学报, 1989, 20(4): 20~27.

[3] 马成林, 李成华, 于海业 打孔播种机研究的发展与现状[J].

农业机械学报, 1999, 30(1): 101~ 105

Design of Film-Mulching Wheat Hill Seeder With Vertical Dropping Mechanism

Liu Jungan¹, Wang Tianchen², Yan Faxu¹, Pan Weiyun², Huo Shoucheng³

(1. Lanzhou Hengtong Mechanical and Electrical Research Institute, Lanzhou 730046, China;

2. Gansu Identification Station of Agricultural Machinery, Lanzhou 730046, China;

3. Gansu Agricultural Mechanization School, Huangyang, Wuwu 733006, China)

Abstract: The parallelogram linkage and moving trace control orbit are used to design a film mulching wheat hill seeder with vertical dropping mechanism, which makes that the trace of hole forming component is very near the motion curve of ideal vertical dropping motion. After inserting soil, there is no noticeable movement along the seeder moving forward. The problem of tearing film and dislocation in the hill seeder by the duck mouth roll was solved. When the effective work length of the hole forming parts is changed, the track of the hole forming parts is not changed. This type of the seeder is suited for different crops to seed by hole. The characteristics of the hill seeder are to catch seeds directly, to follow the shape wholly of the hole forming parts, to open regularly and close late the forced switch of the unsteady door of the hole forming parts.

Key words: wheat seeding covered with plastic film; hill seeder; vertical dropping mechanism