

玉米自动移栽机取苗机构的设计

徐丽明 张铁中 史志清

(中国农业大学机械工程学院)

摘要 对玉米自动移栽机的关键部分——取苗机构进行了结构设计和参数确定, 并进行了性能试验。试验结果表明, 该机构可以完成预定功能, 移栽后秧苗长势良好。

关键词 玉米; 自动移栽机; 取苗机构

分类号 S 223. 92; S 513. 045

Design on the Picking Seedling Machinery in the Maize Auto-transplanter

Xu L i m i n g Zhang T i e z h o n g Shi Z h i q i n g

(College of Machinery Engineering, CAU)

Abstract The structure and main parameters of the picking seedling machinery, which is the key component of the maize auto-transplanter, are designed, meanwhile, the performance tests are carried on. The results indicate that the machinery can implement the destined functions, the seedling has good growth after transplanted.

Key words maize; auto-transplanter; picking seedling machinery

目前, 我国生产的玉米自动移栽机, 大都属于半自动化机器^[1], 秧苗仍需要人工供给, 不仅劳动强度大, 而且作业质量难以保证。因此, 要实现玉米移栽的自动化, 必须解决秧苗的供给问题。本文中对玉米自动移栽机的关键部件——自动取苗机构进行了设计。

1 机构设计

采用平面四连杆机构来实现取苗动作(图 1), 其原理为: 随着曲柄 AB 绕 A 点的转动, 固定在四连杆机构上的苗指插入苗钵中将苗取出, 当苗运到导苗管口上方时, 由固定在机组上的排苗杆 EF 将苗拨下, 使苗脱离苗指, 进入导苗管, 完成取苗过程。

在自动取苗机构中, 苗指端点的运动轨迹取决于四连杆机构中 4 个连杆的长度及其连接点的位置^[2], 它们的组合有无穷多种。在进行多次试验后, 选取合适的连杆长度和连接点的位置, 可得到苗指端点的运动轨迹, 如图 2 所示。这种曲线的特点是: 形状狭长, 一边近似为直线, 另一边为曲率半径较大的圆弧, 苗指的这种运动轨迹有利于平稳取苗。

收稿日期: 1999-10-11

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

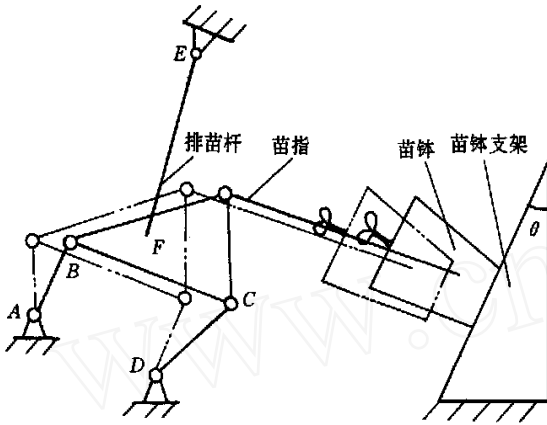


图 1 四连杆自动取苗机构

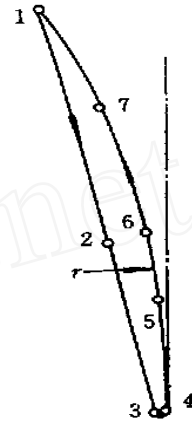


图 2 苗指端点的运动轨迹

2 参数设计

1) 拔苗机构参数设计。拔苗过程是苗指与苗钵土相互作用的过程。通过对苗钵进行受力分析(图 3), 找出拔苗机构的最优工作参数, 使得苗指从插入苗钵开始到向上运动的瞬间, 施加给苗钵的力不致破坏苗钵, 同时又能克服苗钵与苗盘的粘着力将苗取出。

苗指先以 θ (苗指与钵体端面垂直方向的夹角) 角度插入钵中, 然后垂直钵体向上运动, 定义 θ 为取苗角度。在苗指开始向上运动瞬间, 苗钵所受力有粘着力 p , 苗指法向载荷 P_1 , 苗盘的反力 P_2 和苗指与钵体之间的摩擦力 f 。 p 由苗盘材料、钵腔大小、钵土成份及钵土含水量等决定, 在此取为常数。 f 由 2 部分组成, 即土壤滑移摩擦力 f_f 和因土壤物料间的粘着力而产生的滑移阻力 f_a ^[3]。

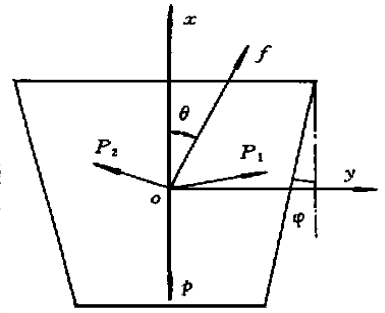


图 3 苗钵受力分析

$$f = f_f + f_a = \mu(P_1 + ps)$$

式中: μ 为摩擦因数; P_1 为法向载荷, N; p 为粘着力, kPa; s 为实际接触的粘附面积, cm^2 。由于粘附面积很小, 可忽略不计, 所以得

$$f = \mu P_1 \tag{1}$$

在 x 和 y 2 个方向上求平衡可得如下方程组

$$\left. \begin{aligned} P_2 \cos \varphi - f \sin \theta &= P_1 \cos \theta \\ P_2 \sin \varphi - P_1 \sin \theta + f \cos \theta &= p \end{aligned} \right\} \tag{2}$$

式中 φ 为钵腔倾角。将式(1)代入式(2)得

$$P_2 = \frac{p(\cos \theta - \mu \sin \theta)}{\sin \theta \cos \varphi - \cos \theta \sin \varphi - \mu(\cos \theta \cos \varphi - \sin \theta \sin \varphi)}$$

$$P_1 = \frac{\mu \cos \varphi}{\sin \theta \cos \varphi - \cos \theta \sin \varphi - \mu(\cos \theta \cos \varphi - \sin \theta \sin \varphi)}$$

$$f = \frac{\mu p \cos \varphi}{\sin \theta \cos \varphi + \cos \theta \sin \varphi + \mu (\cos \theta \cos \varphi + \sin \theta \sin \varphi)}$$

可以看出, 苗钵受力与取苗角度 θ 钵腔倾角 φ 和土壤与苗指的摩擦因数 μ 有关。通常钵腔倾角 $\varphi = 12.8^\circ$; 壤土与钢之间的摩擦因数 $\mu = 0.5$, 因此, 苗钵的受力取决于 θ 的大小。通过计算机模拟及试验, 确定 θ 的范围应在 $5 \sim 15^\circ$ 之间。

2) 四连杆机构参数设计。设铰连四杆机构的实际杆长分别为 L_1, L_2, L_3 和 L_4 , 各杆的平均长度为 L , 即 $L = (L_1 + L_2 + L_3 + L_4) / 4$ 。将得到的实际尺寸经标准化后, 求其相对尺寸: $a = L_1 / L, b = L_2 / L, c = L_3 / L, d = L_4 / L$ 。规定 a 为原动杆 AB 长度, b 为连杆 BC 长度, c 为从动杆 CD 长度, d 为机架 AD 的长度。

设计思路: 首先从图册^[2]中查找出与所要求的轨迹曲线接近的机构参数, 计算特性参数 θ 和 r , 这里 r 为图 2 中 14 曲线段的曲率半径。使得 θ 和 r 同时满足 $\theta_{\min} < \theta < \theta_{\max}$ 和 $r < r_{\max}$ 这 2 个条件, 否则重新选择。

根据设计思路, 编制计算机程序。程序中取 $r_{\max} = 200 \text{ mm}, \theta_{\min} = 5^\circ, \theta_{\max} = 15^\circ$ 通过计算机模拟, 可以得出 L_1, L_2, L_3 和 L_4 的值。

3 试验

1) 试验目的: 测试取苗机构的工作性能。

2) 试验条件: 玉米秧苗, 品种为农大 108, 秧苗平均高度为 101.5 mm ; 苗钵尺寸(钵底直径 \times 钵口直径 \times 高)为 $28 \text{ mm} \times 44 \text{ mm} \times 35 \text{ mm}$ 。

3) 试验过程: 将自动取苗机构取出的苗和手工取出的苗分别栽入土槽, 在室内生长 15 d 后测定幼苗的生长指标, 见表 1。可以看出, 用 2 种取苗方式移栽的幼苗其生长情况没有显著的差异。这表明, 所设计的取苗机构是成功的。

表 1 移栽后秧苗生长情况

取苗方式	试验苗数/株	平均苗高/mm	平均直径/mm	生长状况
自动取苗机构	50	159.2	3.5	粗壮色绿
手工	50	161.3	3.3	粗壮色彩

4 结束语

取苗机构的研究解决了玉米自动移栽机中的难点, 提高了机器的自动化程度, 对大面积推广玉米移栽有着积极的意义。

参 考 文 献

- 1 封俊, 顾世康, 等. 中国玉米育苗栽植机械化的现状与问题. 农业工程学报, 1998, 14(1): 103~107
- 2 刘葆旗, 黄荣. 四杆直线导向机构的设计与轨迹图谱. 北京: 北京理工大学出版社, 1992, 10, 99~181
- 3 孙一源, 高行方, 余登苑. 农业土壤力学. 北京: 农业出版社, 1984, 78