

插秧机资料

(内部资料 仅供参考)

1

1975年2月

广东农林学院农机系

毛主席语录

农业的根本出路在于机械化

一九五九年四月二十九日《党内通信》

人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

转摘自《周恩来总理在第三届全国人民代表大会第一次会议上的政府工作报告》，一九六四年十二月三十一日《人民日报》

一切事物中包含的矛盾方面的相互依赖和相互斗争，决定一切事物的存在，推动一切事物的发展。

《矛盾论》

那知实践更复杂更丰富，又经过许多曲折，才能取得经验。从感性认识到理性认识，又从理性认识到实践，这是认识运动的两翼。只有实践，才能证明认识的正确，才能把认识变为行动，才能改造客观世界。

《实践论》

一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由认识到实践，由实践到认识，多次反复才能完成。这就是认识运动的辩证过程。也就是认识从客观到主观，再从主观回到客观的过程。这就是辩证唯物论的认识论。

《人的正确思想是从那里来的？》

前 言

毛主席教导说：“农业的根本出路在于机械化”。当前，农业机械化战线正出现一个突飞猛进的形势。广大的工农群众和革命技术人员，在毛主席革命路线指引下，发挥着冲天的干劲、无穷的智慧和创造力，推动着我国社会主义农业机械化的发展。水稻插秧机的不断改进和逐步推广，加速了解决水田作业“三弯腰”问题的进程，同时，日益丰富着农业机械科学的实践和理论。

遵照毛主席关于“教育要革命”的教导，业务教学应该适应工农兵学员在实践基础上着重向理论方面学习的需要，在广大工农群众和革命技术人员的智慧创造的知识源泉中，收集、整理、归纳、提高有关的经验和依据，使之成为理论，这一工作是必要的，因为“理论的基础是实践，又转过来为实践服务”。在党的十大精神和批林批孔运动的推动下，我们拟对目前几种新型的插秧机构的理论设计方法进行探讨，以促进插秧机教材方面的改革。但由于我们本身缺乏插秧机研究的实践经验，也没有能够深入了解各地的情况，加上水平所限，错误肯定不少，望有关单位多提宝贵意见，给予大力支持。

广东农林学院农机系

1975年2月

勘 误 表

页	行	正	误
前言	7	学校教学应该适应……	业务教学应该适应……
前言	12	以促进插秧机教材的改革。	以促进插秧机教材方面的改革。
前言	13	也没有深入了解各地的情况，	也没有能够深入……
8	7~8	以延长阻秧时间，有利于分出一定数量的秧苗，减少因拖挂造成的乱秧、勾秧，	以延长阻秧时间，减少因拖挂造成的勾秧，
8	例1	不宜过于接近泥面，	不宜过于接近田面，
16	15	成本约低200元。	成本低200元。
37	18	将秧苗插至已入泥土时，	将秧苗插至最深的位置后，
39	2~3	秧爪自由后摆，能保证插孔较小，避免漂秧。	秧爪强制后摆的范围 $b_3 \approx 55$ 毫米，保证… x x x x x x
46	26	…轨迹不要刮到前次插下的…	…轨迹不要碰到……
81	8式	$\cos \varphi_i = [H - l \cos(\dots)] / R$	$\cos \varphi_i = [Hl - \cos(\dots)] / R$
82	11式19	$S = 2(R - \frac{V_m}{\omega} - l \psi_0 \cos \varphi) \varphi$	$S = (R - \frac{V_m}{\omega} - l \psi_0 \cos \varphi) \varphi$
82	例8式	$S = 2(R - \frac{V_m}{\omega})(1 - \cos \varphi) \varphi$ $= 2[(R - \frac{V_m}{\omega}) - (R - \frac{V_m}{\omega}) \cos \varphi] \varphi$	$S = (R - \frac{V_m}{\omega})(1 - \cos \varphi) \varphi$ $= [(R - \frac{V_m}{\omega}) - (R - \frac{V_m}{\omega}) \cos \varphi] \varphi$

文内可能尚有不少错误，欢迎批评指正。

1975年2月

目 录

连杆曲线在机动插秧机上的应用及曲柄摇杆机构的设计

——几种新型插秧机构理论设计方法的探讨之一

(本文经上海市农业科学院农业机械化研究所修改补充) 1 页~14 页

单排直插式秧爪轨迹控制机构的发展及可控五杆滑道机构的设计

——几种新型插秧机构理论设计方法的探讨之二

(本文经湖南省耒阳县插秧机厂修改补充) 15 页~52 页

几种改革的双排滚直插式秧爪轨迹控制机构及按轨迹设计机构的新途径

——几种新型插秧机构理论设计方法的探讨之三

(本文经湖北省黄冈县第一农机修造厂修改补充) 53 页~69 页

鄂—1.8、钟山—72 型机动插秧机秧爪轨迹控制机构的理论分析

(力学教研组 曾中坚) 70 页~84 页

连杆曲线在机动插秧机上的应用及曲柄摇杆机构的设计

——几种新型插秧机构理论设计方法的探讨之一

在平面铰接四杆机构 $A B C D$ 中,当 $A B$ 作回转运动,而 $C D$ 作往复摆动时,为曲柄摇杆机构。 $A B$ 称为曲柄, $C D$ 称为摇杆,而 $B C$ 称为连杆。(图1—1)

机构运动时,连杆平面上的点的运动轨迹为一封闭曲线,称为连杆曲线。如自 B 点延长 $B C$ 至 B' ,则 B' 点的运动轨迹为图1—2所示的封闭曲线。

连杆曲线方程式,一般是六次代数方程式,连杆曲线的形状与机构的九个参数有关,因此,连杆曲线的形状是多样性的,连杆平面上不同的点,其曲线的形状就不相同。

当有一连杆曲线适应水稻插秧机秧爪的取秧、分秧、插秧和回程等要求,则相应的曲柄摇杆机构就可以用于机动水稻插秧机作为秧爪的轨迹控制机构。其具体结构如图1—3所示,设连杆上

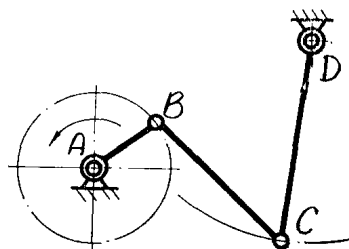


图1—1 曲柄摇杆机构

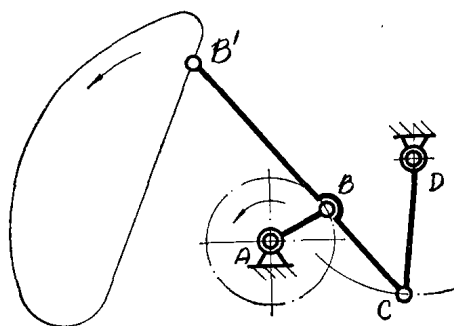


图1—2 B' 点的运动轨迹

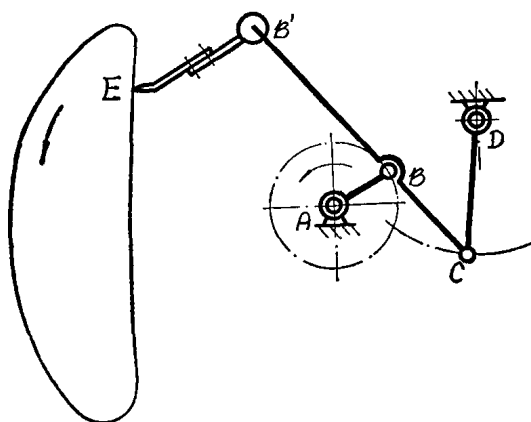


图1—3 E 点的运动轨迹

的运动轨迹满足水稻插秧机秧爪的相对运动轨迹(相对于机架的运动轨迹)的要求,则可先根据秧爪取秧和插秧时应有的倾角在连杆平面上另找出某一点 B' 作为秧爪的固定横梁(习惯称为秧爪轴),在其上装上秧爪,使爪尖与 E 点重合,这样,就可保证秧爪尖得到所要求的运动轨迹和取秧、插秧时秧爪应有的倾角了。

恩格斯指出:“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”(《自然辩证法》)曲柄摇杆机构应用作插秧机构,作为

一种取代滑道控制的秧爪轨迹控制机构，正是由于它适应了水稻插秧的生产需要，具有磨损件少和运转可靠等优点。

一、实际应用

在我国，曾经应用曲柄摇杆机构作为秧爪轨迹控制机构的机动插秧机有上海《沪东风—1.7型》直插式机动水稻插秧机。广东牛田洋农场也有多台类似机构的机动插秧机应用于生产。

图1—4为沪东风—1.7型机的田间作业外形及1972年7月试插秧苗情况的照片。

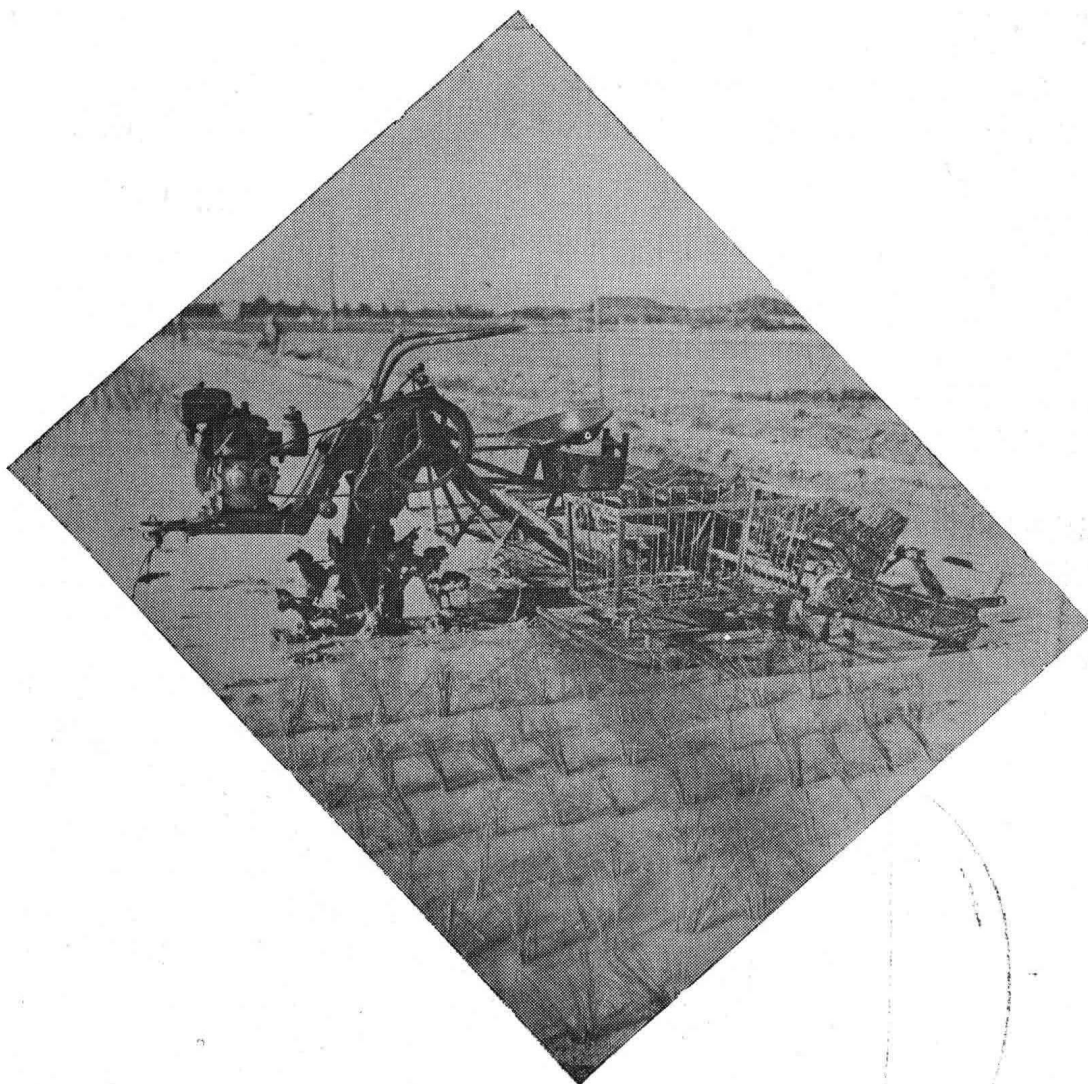


图1—4 沪东风—1.7型直插式机动水稻插秧机

沪东风—1.7型机为上海市农科院农业机械化研究所试制，1972年7月曾参加南方水田机械化现场经验交流会表演，可插大苗。

图1—5为该机构图。

发动机动力经变速箱由万向节传入插秧部分，经锥形齿轮传至传动轴，传动轴左右两端均有速比为1:1的链传动驱动曲柄，设计插秧频率为120~140次/分。经试验，如秧苗高度在300毫米以内及插秧频率不超过120次/分，使用还是可靠的。

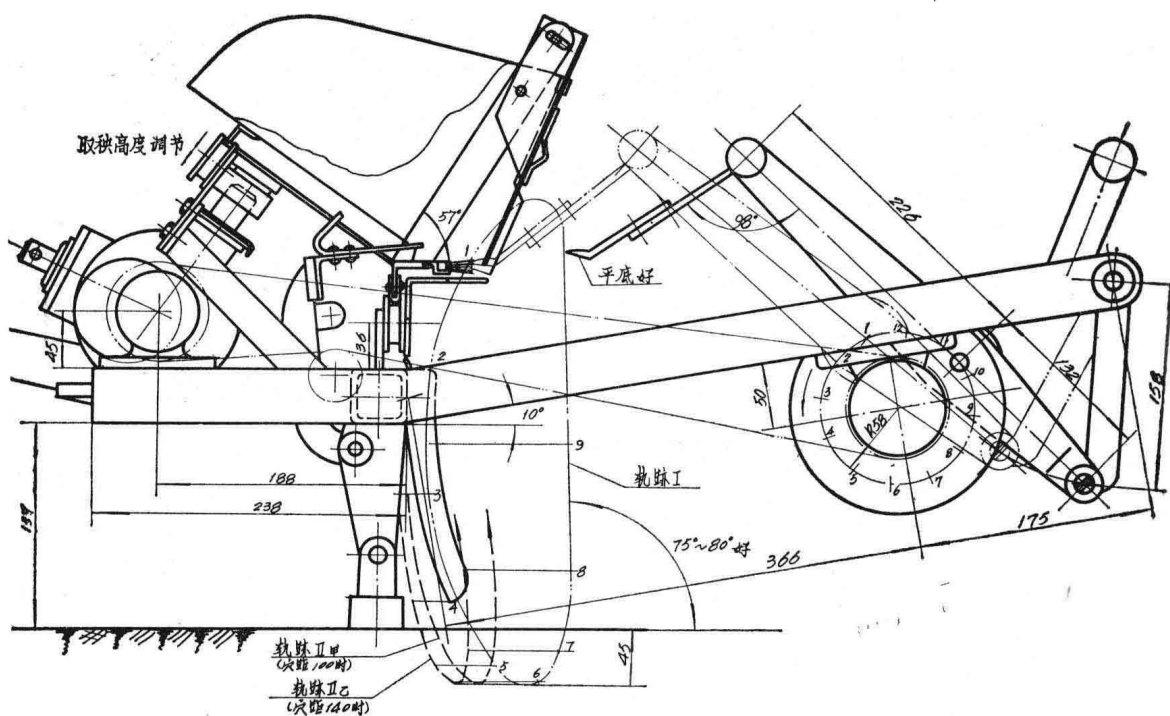


图1—5 沪东风—1.7型机秧爪运动轨迹及轨迹控制机构机动示意图

在外国，日本的水稻插秧机应用此类型机构较为普遍。用于插带土小苗，秧爪行程小，并且行数一般为两行，加上采用分组传动，机构的惯性力较小，震动不大，运转比较平稳。

日本的久保田SPS—28型水稻插秧机应用的秧爪轨迹控制机构见图1—6和图1—7。该机适应插带土小苗，苗高为100~150毫米，插秧频率可达每分钟二百多次。

SPS—28型机采用筷子状秧爪，秧爪作近似椭圆形轨迹运动，在轨迹的上部，两根秧爪抓取秧苗，然后向前下方拉出分秧并插入土中。插秧后，二根筷子状秧爪中的一根在凸轮的作用下向后摆动，使秧苗与秧爪分离。插秧株距有130毫米和160毫米两种。

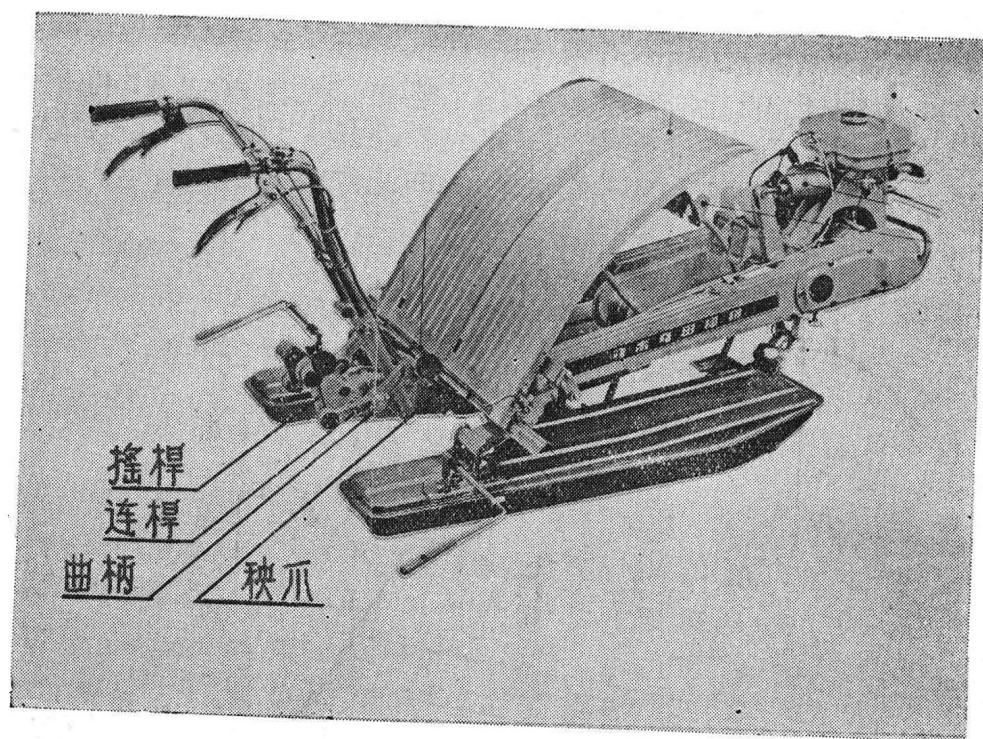


图1—6 日本久保田SPS—28型水稻插秧机

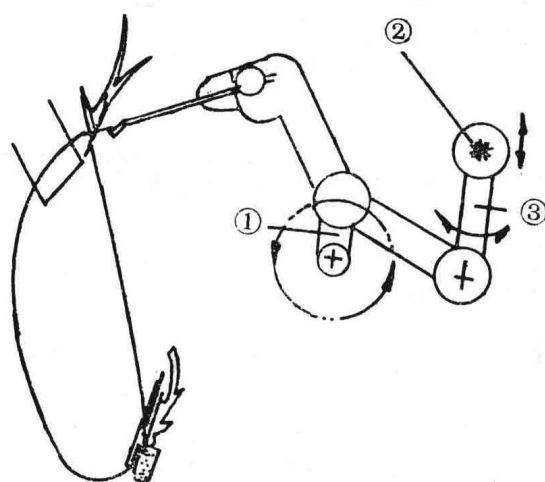


图1—7 日本久保田SPS—28型机插秧机构

①曲柄；②摇杆机架铰接点；③摇杆。

曲柄摇杆机构作为一种新的插秧机构的应用，是劳动人民智慧创造的结果，也是经过不断实践才取得成功的，因为“一切真知都是从直接经验发源的”。（《实践论》）但是，事物是不断发展的，对于这一类型插秧机，如何进一步提高其插秧质量，如何使结构更为简单可靠，如何减小机构运转中的震动等，都仍然需要继续进行研究，对这一事物的认识仍有待于深化，因为“理性认识依赖于感性认识，感性认识有待于发展到理性认识，这就是辩证唯物论的认识论”。（《实践论》）为了更好地为今后的实践服务，现将曲柄摇杆机构作为秧爪轨迹控制机构时的理论设计方法作一探讨，以便能够根据既定的秧爪轨迹设计合理的机构尺寸。

二、设计方法

着重解决依据秧爪轨迹设计曲柄摇杆机构的几何尺寸问题。

根据机构综合理论知，此问题的解决有实验法、代数法、几何法等。实验法应用普遍，直观，得出的尺寸与实际误差小，较为有效，但有局限性，需反复较多次；代数法计算很繁琐；几何法中较容易掌握的一种方法是所谓回转中心曲线法。现试用回转中心曲线法来解决上面提出的问题。

1、基本概念

瞬心：用两个“无限”接近的位置，可确定机构构件B C的瞬时运动状态，图1—8 a。此运动状态可设想为绕瞬时中心 P_1 作一很小的转动，而 P_1 可以由轨迹切线 t_b 和 t_c 来确定。图1—8 b中画出了四个瞬时中心 $P_1 \sim P_4$ 来表达瞬时中心轨迹，称为P。它是一个运动着的构件对应于一相对静止的坐标系（或参照系）的瞬时中心轨迹。

回转中心：按照瞬心的概念推论，构件的两个位置可以认为是绕一定点转动一个有限的角度 α_{1-2} 所得到的，这个点称为回转中心 P_{1-2} 。 P_{1-2} 的作法是相应点连线 B_1B_2 和 C_1C_2 垂直平分线的交点（图1—8 c）。

设机构构件的位置有足够多，极限情况下有无穷多个，则可找出回转中心轨迹 P_{1-n} （图1—8 d）。

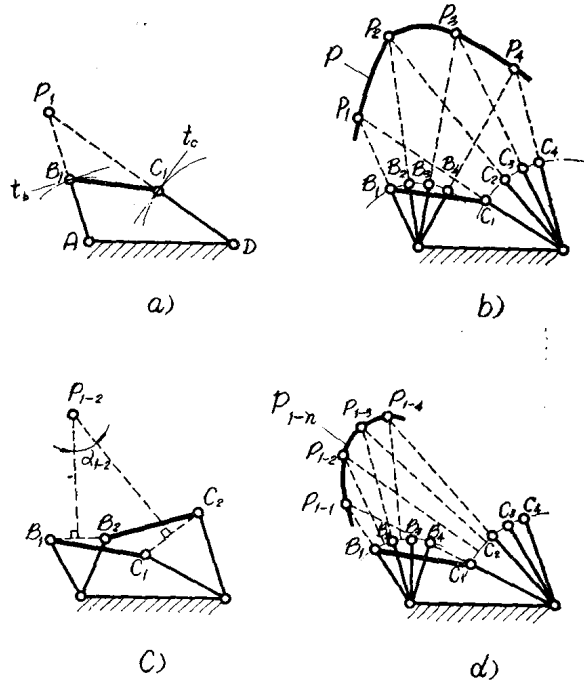


图1—8 a) 瞬时中心 P_1 的确定
 b) 瞬时中心轨迹P
 c) 回转中心 P_{1-2} 的确定
 d) 回转中心轨迹 P_{1-n}

回转中心曲线：图 1—9 所示为构件 BC 的任意多个位置 $B_1C_1, B_2C_2, \dots, B_nC_n$ ，它们构成了一个“位置列”，轨迹 b 和 c 为其母线。若选一个所谓“参考位置” B_0C_0 ，并作出参考位置与位置列中每一位置之间的回转中心，则可得 $P_{0-1} \sim P_{0-n}$ 一系列回转中心，顺序连接为曲线，称回转中心曲线 p_{0-n} 。回转中心曲线参考位置的数字放在足标的第一位。

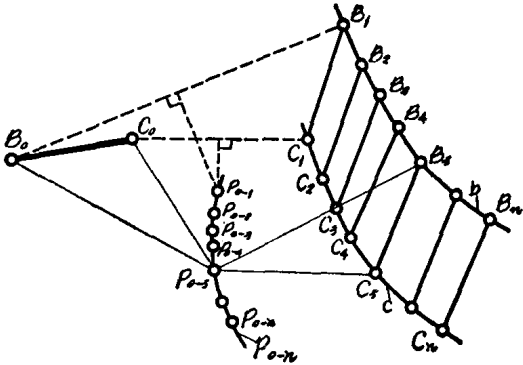


图1—9 当已知位置列 $B_1C_1 \dots B_nC_n$ 和参考位置 B_0C_0 时，回转中心曲线 p_{0-n} 的作法

回转中心曲线族：回转中心曲线的位置和形状与位置列母线的结构、参考位置的选择有关。因为位置列中的每一个位置均可作为参考位置，所以存在许多回转中心曲线，称为“回转中心曲线族”。

2、曲柄摇杆机构的回转中心曲线

曲柄摇杆机构的回转中心曲线，就是指它的连杆平面的回转中心曲线，所以按照上述回转中心曲线的定义和作图方法，就可以作出它的回转中心曲线。

图 1—10 的 A B C D 机构为应用于插秧机的机构，B' 为秧爪固定横梁。图中所示的曲线 p_{i-n} 就是连杆 BC 的回转中心曲线族。

作图方法：

将曲柄自 A_1B_1 起回转一周并等分为 12 个位置 $B_1, B_2, B_3, \dots, B_{12}$ ，则 B' 点得相应的 12 个位置为 $B'_1, B'_2, B'_3, \dots, B'_{12}$ 。

以 $B_1B'_1$ 为参考位置，则得回转中心曲线 p_{1-n} ；

以 $B_3B'_3$ 为参考位置，则得回转中心曲线 p_{3-n} ；

⋮

以 $B_{11}B'_{11}$ 为参考位置，则得回转中心曲线 p_{11-n} 。

“一切客观事物本来是互相联系的和具有内部规律的”。（《矛盾论》）回转中心曲线族与曲柄摇杆机构之间也有着规律性的联系，它们之间存在着的单值关系对于解决尺度综合问题是有意义的。从图 1—10 可以看出两个特性：

① 回转中心曲线族的每一条回转中心曲线均通过摇杆的机架铰链 D 点；

② 每一条回转中心曲线分别通过 C 点的相应位置，

即 C_1 在 p_{1-n} 上

C_3 在 p_{3-n} 上

⋮

C_{11} 在 p_{11-n} 上。

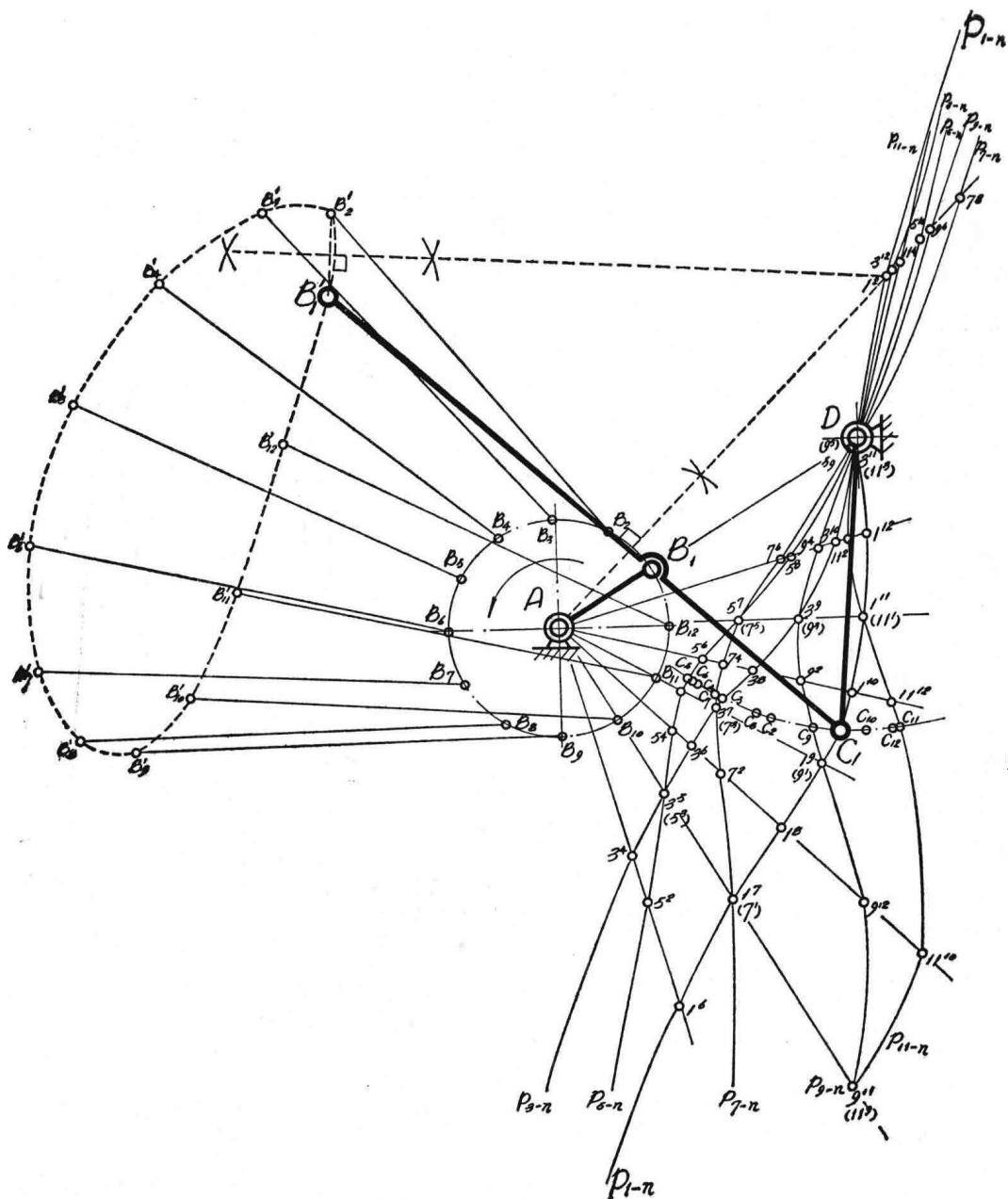


图1—10 连杆BB'位置列的回转中心曲线族

3、秧爪相对运动轨迹的设想

当插秧机前进速度 $V = 0$ 而曲柄以角速度 ω 等速回转时，秧爪尖相对于机架的运动轨迹称为相对运动轨迹（也称静轨迹），这是设计机构的主要依据。

在设想轨迹时应包括如下尺寸：

①适应秧苗长度 L

理论上，适应的秧苗长度为自秧门至轨迹的最低点的直线距离，就目前的机构考

虑, L 不宜大于300毫米。

②入帘高度 H

入帘高度根据秧根长短而定, 应可调节,
 $H = 30 \sim 50$ 毫米。

③取秧纵拉段 m

轨迹自秧门以下应有一段基本上接近垂直于秧门的一段, 以延长阻秧时间, 减少因拖挂造成的勾秧, $m = 75 \sim 80$ 毫米。

④插秧深度 h

根据大小苗情况及季节, 一般要求 $h = 0 \sim 60$ 毫米, 可调节。

⑤取秧深度 e_1

根据大、小苗情况及每穴株数而定, 大苗一般为12~14毫米, 小苗一般为20~28毫米。

⑥出土后移量 e_3

秧爪自最大插深至出土, 其后移水平距离 e_3 , 应由绝对运动轨迹(当插秧机按一定插秧株距的前进速度插秧时, 秧爪尖相对于地面的运动轨迹, 也称动轨迹)来决定。对于梳式秧爪, 主要考虑秧爪插秧后容易脱秧并使插孔较小, 绝对运动轨迹应呈向后上方出土为宜, 插孔以20~30毫米为合适。当机构尚未定出尺寸而难作出动轨迹时, e_3 值可先估计。

⑦出土段轨迹

出土段轨迹与地面夹角约为 $75^\circ \sim 80^\circ$ 为好(见图1—5)。

⑧回程间隙 e_2

秧爪回程时与秧门的间隙以保证秧爪在机器有震动的情况下也不致碰到秧门、秧帘为宜。

总的来说, 轨迹是否合理, 主要应在机构设计及试制后, 通过插秧实践来检验、修改和确定。

4、应用回转中心曲线设计曲柄摇杆机构的方法

毛主席教导我们: “无产阶级认识世界的目的, 只是为了改造世界, 此外再无别的目的。”(《人的正确思想是从那里来的?》)我们抓着了曲柄摇杆机构的规律性的认识, 必须把它再回到改进这一机构的实践中去。

第一步:

以一定比例画出设想轨迹, 在合适的位置定曲柄中心 A 点。 A 点距地面的高低应考虑不宜过于接近田面, 以免泥水进入活动铰接件; A 点距轨迹的远近应考虑机构结构紧

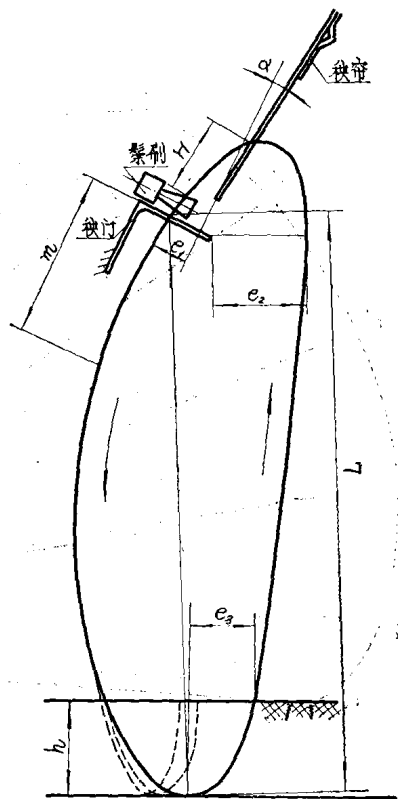


图1—11 设想的秧爪运动轨迹

凑又以秧爪自取秧至插秧的角度不宜变化太大为宜。同时，也应考虑传动和机架的总体布置。

第二步：

确定曲柄AB的尺寸a。

以A为圆心，作与轨迹的最远点相切的圆弧，这一圆弧半径为 ℓ_1 ；又作与轨迹的最远点相切的圆弧，这一圆弧半径为 ℓ_2 。（见图1—12）

$$\text{则 } a = \frac{\ell_1 - \ell_2}{2}$$

式中：

ℓ_1 ——A点至设想轨迹的最长距离

ℓ_2 ——A点至设想轨迹的最短距离

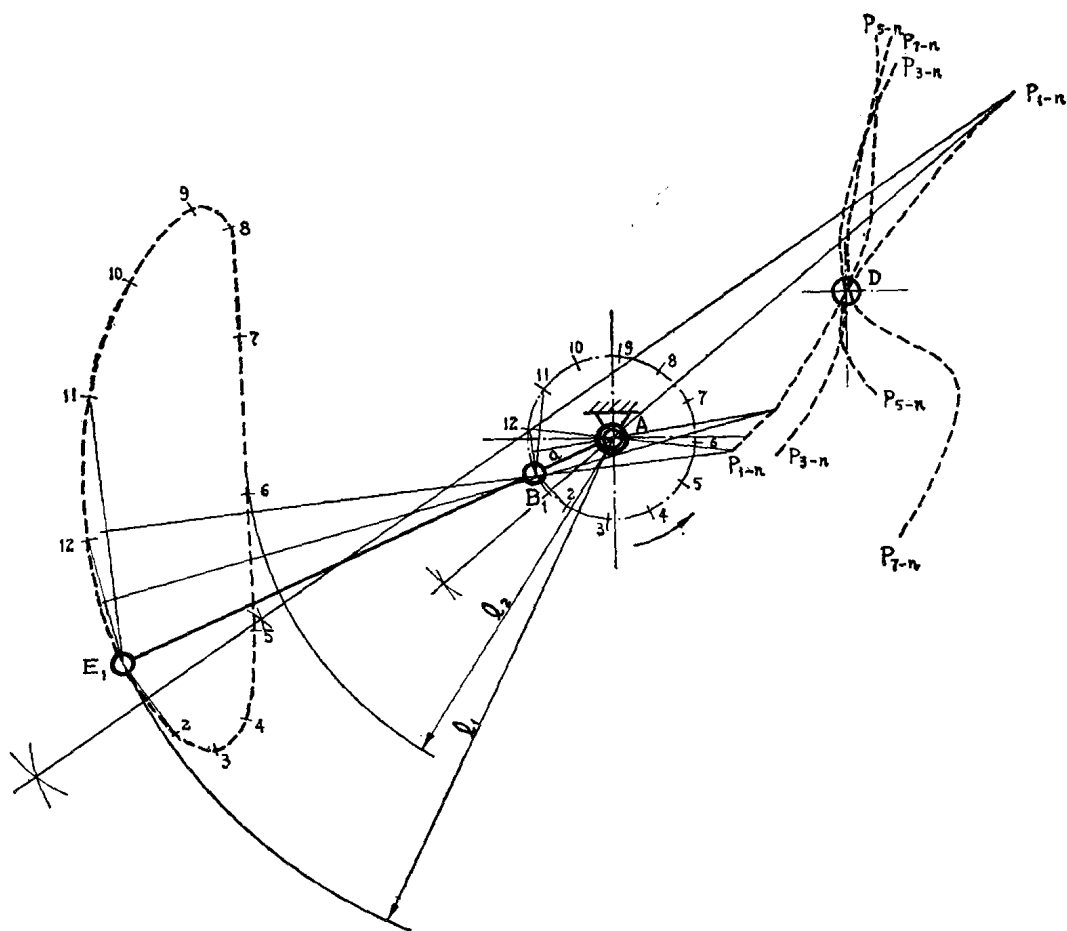


图1—12 用回转中心曲线法求曲柄半径和摇杆机架铰链D点的位置

第三步：

求摇杆的机架铰接点D的位置。

方法是根据曲柄摇杆机构回转中心曲线族的第一个特性，把许多回转中心曲线的近

似交点作为D点。

定出曲柄AB的回转方向，以a为半径画圆。

连结A点与该点至轨迹的最远点 E_1 ，交曲柄回转圆周于 B_1 点。

自 B_1 为始点，顺曲柄回转方向，将曲柄回转圆周等分为n等分（任意，如图1—12分为12等分），记为 B_2 、 B_3 、…… B_n 。另外一个特殊点相应于A点至轨迹的最短距离时的B点，为介于 B_6 与 B_7 之间的点。

分别以 B_1 、 B_2 、 B_3 、…… B_n 为圆心，以 B_1E_1 为半径，在设想轨迹上找出E点各相应点 E_2 、 E_3 、…… E_n 。

则 B_1E_1 、 B_2E_2 、…… B_nE_n 为杆件BE的位置列。

作出回转中心曲线族：

分别作出 B_1 、 B_2 两点连线的中垂线与 E_1 、 E_2 两点连线的中垂线的交点； B_1 、 B_3 两点的中垂线与 E_1 、 E_3 两点中垂线的交点；…… B_1 、 B_n 两点的中垂线与 E_1 、 E_n 两点中垂线的交点（相交太远的点可忽略），得到以 B_1E_1 为参考位置的回转中心曲线 p_{1-n} 。（图1～12）

又以 B_3E_3 为参考位置，即联结 B_3 、 B_1 两点的中垂线与 E_3 、 E_1 两点中垂线的交点； B_3 、 B_2 两点的中垂线与 E_3 、 E_2 两点的中垂线的交点；…… B_3 、 B_n 两点的中垂线与 E_3 、 E_n 两点的中垂线的交点所得的曲线，为 p_{3-n} 。

同样， p_{5-n} 是联结 B_5 、 B_1 两点的中垂线与 E_5 、 E_1 两点的中垂线的交点；…… B_5 、 B_n 两点的中垂线与 E_5 、 E_n 两点的中垂线的交点所得的曲线。

p_{7-n} 按同理可得。

回转中心曲线族应尽可能采用足够数量的曲线。

若设想的轨迹能用一曲柄摇杆机构准确地再现时，按第一个特性，这些曲线必全部在一点相交，如图1—10。但通常，设计要求的轨迹，用曲柄摇杆机构并不能完全准确地实现。在这种情况下，曲线族较多地集中在一些点上，但不是全部曲线都通过一个点。这时，我们可选其中穿过的曲线是最多又是较接近曲柄中心A的近似交点作为摇杆机架铰链D点。所选的点如穿过的曲线越多，则机构再现轨迹比较接近设想轨迹；D点选择靠近A，目的是使结构较为紧凑。

第四步：

定连杆与摇杆的铰接点C在某一位置时的位置。例如在位置1。

见图1—13，用图解法。

先求出D点相对于 B_1E_1 的位置：设想 B_2E_2 与D点刚性连结并使 B_2E_2 移至与 B_1E_1 重合，这时，D点就移至 D_{2-1} ；同理，设 B_3E_3 与D点刚性连结并使 B_3E_3 移至与 B_1E_1 重合，这时D点就移至 D_{3-1} ；相似地，可得 D_{4-1} 、…… D_{n-1} 各点。

选择一个圆心，以这个圆心所作的圆弧应尽可能地通过上述一系列点D、 D_{2-1} 、 D_{3-1} 、…… D_{n-1} 。则该圆心就是C点在位置1时的 C_1 点。因为根据相对运动的原理，理论上，D点相对于 B_1E_1 的各个位置，应在一个圆弧上，该圆弧的圆心就是C点在位置1时的位置 C_1 。

连 C_1D ，则为摇杆长c；

连 C_1B_1 ，则为连杆长 b ，

$A B_1C_1D$ 即为所求曲柄摇杆机构的基本结构尺寸。

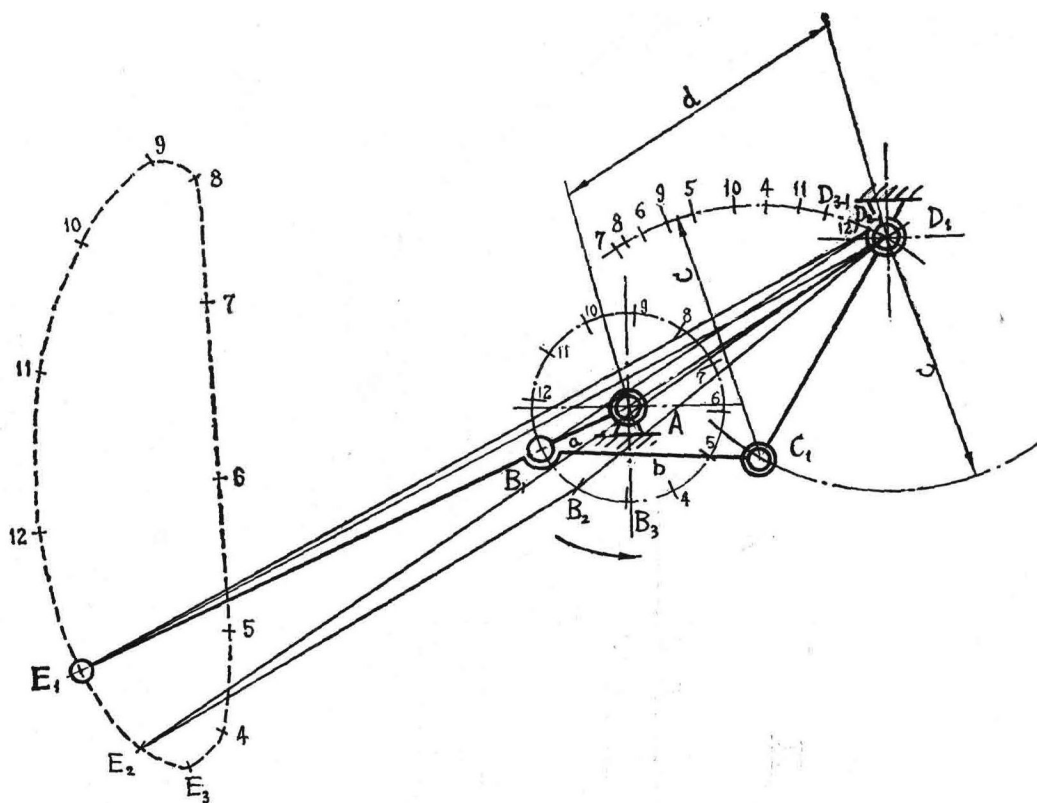


图1—13 用图解法求连杆与摇杆交点C及摇杆长 c 和连杆长 b

第五步：

检验。

初定曲柄摇杆尺寸后，应按所定尺寸重新作出E点轨迹（I），所得轨迹与设想轨迹不一定完全重合，如果其误差不足以影响插秧要求，则可作为设计方案。如果不满足要求，可重新选择D点位置或重新选择A点位置再进行作图。

E点为秧爪尖轨迹，首先应在BE上装上秧爪 $B'E$ 。秧爪长度 $\ell_{爪}$ 视结构要求而定，秧爪长度大， B' 离地较高，不致打到泥水，但太长则在保证强度的情况下重量就会增加，致震动增大，因此，在满足 B' 点不打泥水的前提下，尽可能不使秧爪造得太长。沪东风—1.7型机秧爪长约为155毫米。 B' 的位置要根据秧爪取秧角度来确定。 B' 靠近秧门，秧爪取秧和插秧的角度都较好，取秧时秧爪排受阻矩小，插秧位置秧苗插得直。因此， B' 在不碰秧门的情况下应尽量靠近秧门，在考虑到秧爪排钢管的尺寸后，秧爪排与秧门的间隙以5毫米为宜。 β_1 角近似为 90° （沪东风—1.7型机为 98° ）。

连 B_1B_1' ，则为连杆伸出臂长 $\ell_{臂}$ ，连杆臂与连杆夹角为 β_2 。

见图1—14。

