

水稻钵苗移栽下坠高度及导管摩擦对栽深的影响

宋建农, 王 苹, 王立臣, 魏文军

(中国农业大学工学院, 北京 100083)

摘 要: 该文通过对钵苗落差高度与栽植深度关系和秧苗钵体相对于导管不同材料的动、静摩擦系数的试验研究, 为导管式分秧栽植机构的设计提供理论依据。试验结果表明: 水稻钵体秧苗的栽植深度随钵苗落差高度的增加而增加; 对一般水田土壤类型, 在整地质量满足农艺要求的条件下, 钵苗落差高度在 0.75~1.50 m 范围内时, 秧苗栽植深度为 4.8~12.5 mm, 可以满足秧苗栽深的农艺要求; 秧苗钵体相对于钢板和塑料板的摩擦系数变化不大, 受秧苗钵体相对湿度的影响较大, 且随钵体相对湿度的增加而增加, 在相对湿度为 80% 左右时达到最大值; 一般情况下, 在机器设计中, 可取摩擦系数的最大值为 0.7, 摩擦角为 35°。

关键词: 水稻; 栽植; 摩擦系数; 试验研究

中图分类号: S223.92

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2004)01-0048-03

0 引言

利用钵苗质量的下坠力完成栽植作业是水稻抛秧技术的主要特点之一。采用导管式分秧栽植机构可实现水稻钵苗的有序成行栽植, 解决目前水稻无序抛秧存在的问题, 充分发挥水稻抛秧的技术优势, 提高水稻种植水平。因此, 研究水稻钵体在下坠过程中相对于导管壁的摩擦特性、钵苗落差高度与栽植深度的关系, 对导管式分秧栽植机构的设计与参数选择具有重要意义。

1 水稻钵体苗栽植的农艺要求

水稻钵体苗栽植特点是利用水稻钵体苗下部营养钵体降落时的能量贯入成泥浆状的田面完成栽植作业。具有栽植深度浅、秧苗返青快、低节位有效分蘖多、成穗率高等优点。为达到最佳生长条件和栽植效果, 作业应满足一定的农艺要求。

1.1 田间接地质量要求

用于钵苗栽植的大田要求平整无杂草, 田面成泥浆状, 地表水层控制在“花达水”状态, 即保持较浅水层, 地表泥浆成糊状。对砂土或砂壤土, 一般随时整地, 随时抛栽; 对壤土或粘土, 在整地起浆后, 沉降 1~2 d, 以防止田地过于松软。影响秧苗栽植后, 秧苗的立秧率。

1.2 栽植深度要求

一般穴盘育秧秧苗营养钵的钵体高度约为 20 mm 左右。要求抛栽后秧苗能完全植入田间。以育秧时秧苗钵体上表面与田面平齐或稍低于田面为最好, 最有利于低节位有效分蘖和栽植后秧苗立秧。因此, 一般栽植深度要求为钵面在土壤表面以下 0~15 mm 的范围内。

1.3 秧苗直立度要求

对抛秧栽植而言, 秧苗抛栽后直立度, 对水稻产量无明显影响。以秧苗不倒伏于田面, 叶面不直接接触泥浆为原则。但秧苗直立度越高越有利于秧苗初期生长。因此, 要求秧苗抛栽后主茎与地面夹角大于 30°。

2 秧苗落差高度对栽植深度的影响

秧苗栽植深度, 取决于田间土壤类型、整地质量和秧苗落差高度。在田间土壤类型确定后, 整地质量满足农艺要求的条件下, 秧苗落差高度将成为影响栽植深度的主要因素。因此, 本文对秧苗落差高度对栽植深度的影响进行试验研究。受试验条件的制约, 未进行田间土壤类型和整地质量对栽植深度影响的研究。

2.1 试验条件

试验于 1999 年 5 月 13 日在北京市海淀区永丰乡大牛坊村的水稻田进行。试验田间状况土壤类型为壤土, 整地质量条件为旋耕后, 耙平起浆, 沉降 1 d 后, 进行试验, 试验完成后直接进行水稻钵苗行栽作业。田间地表水层 5~20 mm, 田间土壤承载力, 通过圆锥指数测定, 锥深 60~90 mm。试验用秧苗苗高为 140~165 mm, 秧苗(含钵体)质量为 4.5~6.0 g。

2.2 试验方法

选择比较均匀的秧苗 70 株, 分 7 个高度值, 每个高度值重复 10 次试验。测定秧苗栽植深度, 测定装置和方法如图 1 所示。栽植深度为钵体上表面到田间地表面的距离。测试结果见表 1。

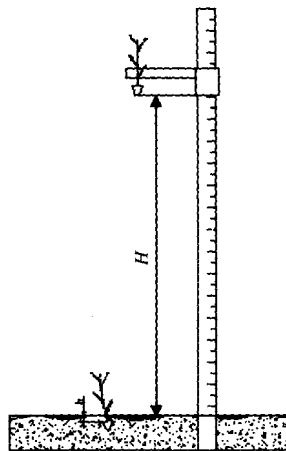


图 1 秧苗栽植深度测定装置示意图

Fig. 1 Equipment for measuring planting depth of the rice seedling

收稿日期: 2003-05-14

作者简介: 宋建农, 男, 教授, 博士生导师, 北京市海淀区清华东路 17 号 中国农业大学工学院, 100083. Email: songjin@cau.edu.cn

表 1 秧苗落差高度与栽植深度关系的测定结果

Table 1 Results of test on relationship between falling height and planting depth of the rice seedlings

秧苗落差高度 H /mm	秧苗栽植深度测定值/mm										平均值/mm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0.50	0	3	-5	-2	0	2	4	-2	0	-3	-0.3
0.75	5	2	0	-1	3	4	-3	5	10	1.6	
1.00	6	10	8	0	5	4	-2	4	6	7	4.8
1.25	10	7	12	5	8	15	10	6	9	13	9.5
1.50	20	8	14	10	9	20	11	14	7	12	12.5
1.75	15	12	20	25	18	8	16	8	13	17	15.2
2.00	23	27	18	24	13	8	19	21	25	20	19.8

2.3 试验结果与分析

根据表 1 中的试验测定数据,可绘制出秧苗栽植深度与落差高度的关系曲线(图 2)。

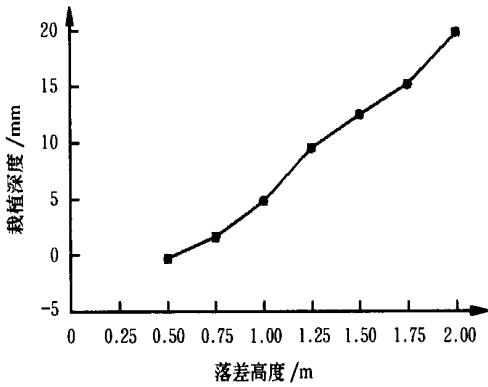


图 2 秧苗栽植深度与落差高度关系曲线

Fig. 2 Curve of relationship between falling height and planting depth of the rice seedlings

由表 1 和图 2 可知,秧苗栽植深度随落差高度的增加而加大。在落差高度比较小的区段,秧苗落差高度的增加对秧苗入土深度影响不明显;当秧苗落差高度在 0.75~1.50 m 变化时,秧苗入土深度变化较大。分析原因,主要是在落差高度较小区段,秧苗钵体主要穿透田间地表水层阻力较大,影响了秧苗的栽植深度;在秧苗落差高度较大区段,由于秧苗栽植深度已经较大,进一步加大时土壤表层较深部位的泥浆阻力增大,阻碍了秧苗栽植深度的增加;当落差高度在 0.75~1.50 m 变化时,秧苗主要是穿透浅层泥浆,泥浆阻力较小,利于秧苗栽植深度的增加;这主要与土壤表层泥水层断面阻力特性有关。

根据试验数据,一般秧苗落差高度在 0.75~1.50 m 范围内时,秧苗栽植深度为 4.8~12.5 mm,可以满足秧苗栽深的农艺要求。

在栽深试验同时,对秧苗直立度进行了观察。观测结果表明,在秧苗垂直落下,钵体保持完好的条件下秧苗栽植直立度均较好,且可满足农艺要求。因此,本次试验未对秧苗栽植直立度进行更详细的测定。

3 秧苗相对于导管壁摩擦系数的测定

秧苗相对于导管壁摩擦特性,直接影响导管材料的选择、导管倾角及拔秧分秧位置的确定。本节将就秧苗

钵体不同湿度对不同导管材料的摩擦系数进行测定。为以后水稻钵苗行栽机整体设计提供理论依据。

3.1 试验装置

试验装置系自制摩擦角测定装置。结构简图如图 3 所示。该装置由底座 1、摩擦板 2、角度指示器 3、角度调节装置 4 和秧苗放置架 5 组成。

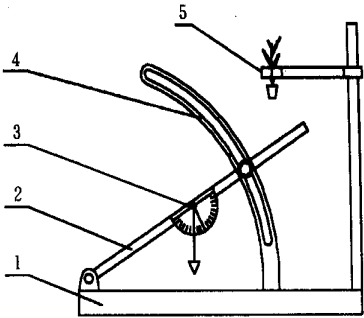


图 3 秧苗钵体摩擦系数测定装置

Fig. 3 Equipment for measuring friction angle of potted-seedling bowl

3.2 试验方法

采用单因素试验方法,分别对不同材料,不同钵体相对湿度的动、静摩擦角进行测定,然后通过计算转化成相应摩擦系数。

静摩擦角测定方法:将秧苗钵体沿滑动线方向顺序放置在摩擦板上,缓慢调整摩擦板的倾角,直到秧苗开始在摩擦板上滑动为止,并记录这一角度。对每一不同湿度钵体,不同的摩擦材料,分别重复进行 10 次。取其平均值。

动摩擦角的测定方法:将秧苗放置在摩擦板上方的放秧架上,每次调整秧苗与落点的高度为 100 mm,相当于初速度为 1.4 m/s。调整摩擦板的倾角,直到秧苗落下后不再滑动为止,并记录该角度值。其他的内容与静摩擦测定方法相同。

试验秧苗营养钵土质为壤土。摩擦板材料为钢板和硬 PVC 塑料板,营养钵相对湿度的预先设定值分别为 20%、40%、60%、80%、100%。试验秧苗采用中作 93、秧龄为 25 d,试验前对秧苗钵体相对湿度进行实际测定,并调整到或接近预设值。

3.3 试验结果分析

根据以上的试验方法,对秧苗相对于不同材料的动、静摩擦系数在不同秧苗钵体相对湿度条件下的测定结果分别列入表 2 中。

根据表 2 的测定结果绘制了不同导管材料、不同秧苗钵体相对湿度与秧苗钵体动、静摩擦系数的关系曲线图。如图 4 所示。

由图 4 和表 2 可知,秧苗钵体相对湿度对摩擦系数的影响较大,且有一最大值。最大值水平一般在相对湿度为 80% 时,因此抛秧作业时应尽量避免。对不同材料,动、静摩擦系数与秧苗钵体相对湿度的关系曲线的变化规律基本一致。一般动摩擦系数均小于静摩擦系数。钢材和塑料动、静摩擦系数基本相同,没有显著差别。在秧苗钵体相对湿度小于 60% 的条件下,测定中静

摩擦系数的平均值为 0.626, 最大为 0.7。动摩擦系数平均值为 0.47, 最大为 0.53。因此, 在机器设计中, 可取摩擦系数的最大值为 0.7, 摩擦角为 35°。

表 2 秧钵钵体摩擦角测定结果

Table 2 Measured results of friction angle of potted-seedling bowl

预设钵体相对湿度/%	实测钵体相对湿度/%	试 验 材 料			
		钢 板		硬 PVC 塑料板	
		静摩擦角/(°)	动摩擦角/(°)	静摩擦角/(°)	动摩擦角/(°)
20	24.2	23.20	17.50	23.00	18.75
40	42.6	27.9	20.85	26.90	21.15
60	63.3	31.65	24.65	32.40	25.75
80	78.5	39.85	31.05	38.65	32.20
100	100	35.30	28.45	35.85	29.00

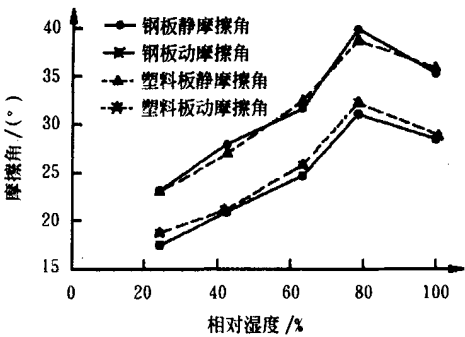


图 4 摩擦角与秧钵钵体相对湿度的关系曲线

Fig. 4 Curves of relationship between friction angle and relative humidity of potted-seedling bowl

4 结 论

通过对秧苗落差高度与栽植深度关系和秧钵钵体相对于不同材料的动、静摩擦系数的试验研究, 得出如下结论:

Effects of falling height of potted-seedling and friction characteristics with materials of canal on planting depth

Song Jiannong, Wang Ping, Wang Lichen, Wei Wenjun

(Engineering College, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: In this article, the relationship between the falling height and the planting depth of seedlings and the static and kinetic friction coefficients between the potted-seedling bowls and different materials of canal were researched, which provides the theories for designing the rice potted seedling transplanter. The experimental results show that the planting depth of seedlings increases when the falling height of seedlings increases. In the common soil and the field in normal quality, the planting depth of seedlings is between 4.8 mm and 12.5 mm when the falling height of seedlings is between 0.75 m and 1.5 m, the depth meets agricultural requirement. The friction coefficient between the potted-seedling bowl and the steel plate is almost the same as that between the potted-seedling bowl and plastic plate. The planting depth is affected by the relative humidity of the potted-seedling bowl. The planting depth increases when the relative humidity increases and it is the most when the relative humidity is about 80 percent. When designing machines, it is adopted that the max friction angle is 35° and the friction coefficient is 0.7.

Key words: rice; transplanting; friction coefficient; experimental research

1) 水稻钵体秧苗的栽植深度随秧苗落差高度的增加而增加; 对一般土壤类型, 在整地质量满足农艺要求的条件下, 秧苗落差高度在 0.75~1.5 m 范围内时, 秧苗栽植深度为 4.8~12.5 mm, 可以满足秧苗栽深的农艺要求。

2) 秧钵钵体相对于钢板和塑料板的摩擦系数变化不大, 受秧钵钵体相对湿度的影响较大, 且随钵体相对湿度的增加而增加, 在相对湿度为 80% 左右时达到最大值; 一般情况下, 在导秧管设计中, 可取摩擦系数的最大值为 0.7, 摩擦角为 35°。

以上研究结论, 可为导管式分秧栽植机构的设计提供理论依据, 供设计时参考。

[参 考 文 献]

[1] 张洪程, 戴其根, 邱 枫, 等. 抛秧稻产量形成的生物学优势及高产栽培途径的研究[J]. 江苏农学院学报, 1998, 19 (3): 11~17.

[2] 周祖鄂. 农业物料学[M]. 北京: 农业出版社, 1994.

[3] 吴崇友, 金诚谦, 卢 晏, 等. 我国水稻种植机械发展问题探讨[J]. 农业工程学报, 2000, 16(2): 21~23.

[4] 宋建农, 魏文军, 王立臣. 对水稻钵体苗有序栽植机械的研究[J]. 中国农机化, 1999(5): 38~40.

[5] 马瑞峻. 穴盘育秧水稻机械手拔抛秧机理的研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2001.

[6] 宋建农, 庄乃生, 王立臣, 等. 21 世纪我国水稻种植机械化发展方向[J]. 中国农业大学学报, 2000, 5(2): 30~33.

[7] 姬长英, 鲁值雄, 潘君拯. 中国南方水田土壤的承载能力和粘附性能预测[J]. 南京农业大学学报, 1999, 22(4): 105~108.

[8] 潘君拯. 水稻土的某些力学性质[J]. 农业机械学报, 1958, 2(1): 84~88.

[9] 徐 灏. 新编机械设计师手册(上册)[M]. 北京: 机械工业出版社, 1995.