

气吸式水稻播种机泥浆铺土装置的设计研究

庞昌乐 鄂卓茂

(中国农业大学车辆工程学院)

摘要 研究了采用泥浆铺土方法实现秧盘连续铺浆的机理,设计了泥浆铺土装置。试验结果表明,采用泥浆铺土方法,能简化播种工序,改善作业环境,提高根系土坨硬度,为实现机械抛秧提供了一种实用的方法。

关键词 气吸式水稻播种机; 泥浆; 铺覆土装置

分类号 S 223.2

Study on the Mud Bedding Device Used on the Rice Seeders

Pang Changle E Zhuomao

(College of Vehicle Engineering, CAU)

Abstract A principle to realize the rice seeding tray successive coverage mud using the mud bedding method is studied. A device of mud bedding is designed. The test shows that it can simplify the seeding process, improve the working environment and raise the root and soil pill hardness. It provides a practical method to realize mechanical throwing rice seedling.

Key words air-suction rice seeder; mud; bedding soil device

推广水稻工厂化育秧、机械抛秧是发展我国水稻生产机械化的重要措施。水稻播种机是工厂化育秧的重要组成部分,其工作性能的好坏直接影响播种均匀度、种子出苗率和机械抛秧的质量。目前,国内用于室内播种育秧的水稻播种机主要作业工艺流程大致相同,都是完成秧盘输送、铺土、播种、覆土、刮土、喷水等工序。其中铺土、覆土工序中均采用干泥粉,由槽轮滚筒撒入秧盘穴中。这种方法的特点是结构简单、操作方便,但泥粉要经过多道工序处理,包括晒干、粉碎、筛分等,成本较高;且作业易引起粉尘飞扬,作业环境恶劣。采用气吸式播种时易造成吸孔堵塞,影响吸播种性能。此外,出苗后根系土坨结构松散,不易实现机械抛秧^[1]。针对这些问题,笔者通过试验研究,设计了泥浆铺土装置,试验结果表明,该装置能满足生产使用要求。

1 机构组成、特点及工作原理

泥浆铺土装置主要由搅浆器、搅浆桶、均浆桶、泥浆泵、铺浆器、压盘机构、括浆器、压种机构、秧盘输送机构及机架等部分组成。该装置对泥土质量要求不高,只要没有长草根、树叶、大粒径($d > 3\text{mm}$)沙粒,干湿泥土均可使用。泥水两相物质经搅浆桶、均浆桶2级搅拌达到均质,泥浆质量好,且没有粉尘飞扬,改善了工作环境。出苗后秧苗根系与泥土包缠较好,土坨结实,可以满足机械抛秧的技术要求。

将按农艺要求配好的水、土、肥从进料口加入搅浆桶,在搅浆器高速搅拌下,混合形成高浓

收稿日期: 2000-03-23

庞昌乐,北京清华东路17号中国农业大学(东校区)213信箱,100083

度泥浆。一部分泥浆经搅浆桶与均浆桶之间隔板下方的栅口流入均浆桶中,和桶内的清水组成水、泥两相混合液体。扳动泥浆调节阀门关闭喷浆管,启动泥浆泵,水流沿均浆桶下出口、泥浆泵、回浆管和均浆桶组成的回路循环,使两相物质进一步混合均匀,起浆。在泥浆泵的吸力下,搅浆桶内的泥浆不断地被吸进均浆桶内参与均质,直到桶内泥浆浓度符合播种要求为止。调节泥浆调节阀门,部分打开喷浆管,泥浆经喷浆管喷入铺浆器,输送机构送来的秧盘被压盘机构压平直后和铺浆器组成一个封闭空间,泥浆充满此空间,秧盘向前进方向移动,泥浆不断地充填盘上穴孔,盘面上的泥浆被括浆器括向两旁落入铺浆器正下方的回收盘中回收。

2 泥浆的流动特性

2.1 泥浆流体特性分析

试验用泥土取自野外地表下没有草根和大粒径($d > 3 \text{ mm}$)等杂质的纯土或经粗筛选后的其他有一定黏性的泥土。泥土在搅浆桶中和水一起被搅拌机高速搅拌,形成以细颗粒为主的固液浆体,在均浆桶中被进一步均质。随着固体颗粒浓度的增大,颗粒之间很快形成宾汉体结构,黏性急剧增加,固体颗粒沉速极慢,成为一种均质浆体,这种浆体具有非牛顿流体的特性。浆体中的颗粒自重由宾汉剪切力及浮力支持,在垂线上固体颗粒浓度分布均匀,由于黏性很大,颗粒运动的惯性阻力可以忽略不计。这时,只要流体具有足够的压力驱动,能够克服阻力损失,就可以维持运动。

2.2 泥浆在输送管道中的流态和流速分布

文献[2]和[3]指出,均质浆体在压力输送管道中存在层流和紊流2种流态,在光滑管道中输送以层流为主,在输浆管的进口处,2种流态均存在。在管流条件下,浆体在管中的流速分布分为流核区($r < r_p$)和非流核区($r > r_p$)流速分布, r_p 为以固体形式运动的流核距管心的距离。根据剪切力直线分布假定,距管心为 r 处的剪切力为 $\tau = \tau_w [1 - (R - r)/R] = \tau_w (r/R)$ 。式中: τ_w 为壁剪切力; R 为管道内半径。在非流核区,有 $\tau_w + \eta [1 - (dv/dr)] = \tau_w (r/R) = \Delta p r / 2l$ 或 $dv/dr = \tau_w / r - \Delta p r / 2l \eta$ 。式中: Δp 为管中长度为 l 的浆体所受的压力差; τ_w 为宾汉极限剪切力; η 为宾汉体的刚度因数。积分式(1)得非流核区流速 v 的分布公式

$$v = [(R^2 - r^2) \Delta p / 4l - \tau_w (R - r)] / \eta \quad (1)$$

流核区流速为 v_p ,将 $\tau_w = \Delta p r_p / 2l$ 代入式(1),经换算得 $v_p = (\Delta p / 4l \eta) (R - r_p)^2$ 。在流核区内,浆体不发生相对运动,而是像一个固体的栓塞一样,以定常的速度 v_p 向前运动。

3 泥浆均匀连续铺入秧盘的机理

在本设计中,秧盘以速度 v_m 匀速经过喷浆口,泥浆被喷到秧盘表面。由于浆体黏性较大,流动性差,加之穴孔的阻流作用,使泥浆落入盘面的瞬间,扩散面积不大。向四周的扩散运动和秧盘的直线运动构成了泥浆在盘面的复合运动,其覆盖面积近似一扇形。这导致了秧盘刚进入铺浆器的瞬间,秧盘前面两侧形成铺浆死角(图1),造成充浆空穴。实现均匀连续铺浆必须满足以下3个条件:

1) 铺浆器内盛浆量必须大于泥浆流经盘面时的泄漏量,尤其是2秧盘连接处的间隙泄漏量。

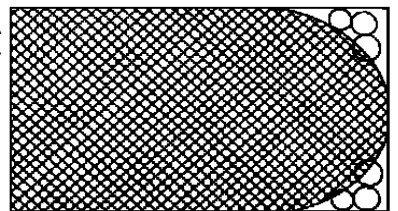


图1 泥浆在秧盘面上的扩散形态

2) 盘面不能出现铺浆死角。

3) 流入盘面的泥浆不能太厚, 以免盘面泥浆过重引起秧盘向下变形, 造成括浆器括浆不彻底。

铺浆器下面有一可转动的弧形封浆板, 与铺浆器形成一封闭的盛浆容器, 当秧盘进入铺浆器时, 封浆板向下转动, 形成一窄长铺浆口, 调节封浆板的开度, 即可调节其大小, 也就调节了进入秧盘面上的泥浆量。泥浆充满秧盘、铺浆器和压盘机构组成的封闭空间, 秧盘与铺浆器之间的间隙很小, 保证秧盘运动过铺浆器后盘面泥浆残留量较少, 刮浆器能有效地刮掉。前后2个秧盘之间的间隙, 采用弹性活动封板封盖, 形成一个连续的封闭平面, 从而避免了因泥浆泄漏过快, 而影响铺浆的连续性。调节喷浆口的喷浆流量, 使铺浆器保持适当的浆面高度, 就能保证铺浆器均匀连续地铺浆。试验结果表明, 采用笔者设计的铺浆器能实现全盘连续铺浆, 且泥浆泄漏少, 刮浆效果好。

4 泥浆输送设计参数的确定

为了减少复杂的管道阻力损失计算, 本设计采用光滑短管连接等措施, 只对泥浆泵进行了参数选择计算。试验结果表明, 输浆系统的参数选择能满足设计要求。由上述分析可知, 保证铺浆器连续铺浆的前提是必须保持一定的泥浆高度 h , 其临界体积流量应满足 $abh = (v_m t/a)nV_s + \Delta V = k(v_m t/a)nV_s$ 。式中: a 为铺浆口的宽度, m, 其值通过试验确定; b 为铺浆器工作宽度, m; h 为铺浆器内的浆面高度, m; v_m 为秧盘的输送速度, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; V_s 为秧盘穴孔容积, m^3 ; t 为测量时间, s; n 为测量时间内泥浆充填的穴孔数; ΔV 为考虑泄漏的泥浆体积, m^3 ; k 为泄漏折算系数, 通过试验确定。所以满足铺浆器连续铺浆的条件是 $h > (knv_m t/ba^2)V_s$ 。

流量的计算^[4]: $q_v = 2827.43N d_o^2 v_o$ 。式中: q_v 为泥浆泵流量, $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$; N 为喷嘴数, 本设计中取 $N = 2$, 一喷嘴作回浆口用; d_o 为喷嘴出口直径, m; v_o 为喷嘴出口的平均流速, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

管道内径 D 的计算: 由公式^[3] $q_v = 6080D^{1/3}$ 得输浆管道内径 $D = (q_v/6080)^3$ 。

扬程的计算^[4]: $H = 0.055v_o^2$ 。

5 试验结果及结论

1) 机构制浆质量好, 在输浆过程中无淤泥堵塞、断流现象产生。2) 铺浆器结构设计合理, 能实现连续铺浆。3) 盘面刮浆效果好, 刮平后穴孔轮廓清晰可见, 穴内泥浆面缩水后低于穴孔面 1~2 mm, 可有效防止秧苗串根现象的发生。4) 穴土干后, 秧苗的根与穴土包缠牢固, 满足机械抛秧的要求。5) 采用泥浆铺土, 对泥土质量要求低, 适应性强, 不受天气条件的限制, 能实现全天候作业, 且无粉尘飞扬, 作业环境好, 缓解了吸孔堵塞的矛盾。

参 考 文 献

- 1 庞昌乐 2BQ-300型气吸式水稻播种机的研制及试验分析. 农机与食品机械, 1999(6): 9~11
- 2 费祥俊 浆体与粒状物料输送水力学. 北京: 清华大学出版社, 1994 188
- 3 钱宁, 万兆惠 泥沙运动力学. 北京: 科学出版社, 1986 580
- 4 陕西省水利水土保持厅. 水库排沙清淤技术. 北京: 水利电力出版社, 1989 118