

悬挂式施肥播种机阻漏肥装置的研究

薛惠岚¹ 邱 凌² 李飞雄¹ 李增武³

(1 西北农业大学机械与电子工程学院, 2 干旱半干旱研究中心, 3 农一站, 陕西杨陵 712100)

摘 要 针对使用搅刀-拨轮式排肥器的悬挂施肥播种机在施尿素等颗粒状肥料时, 非工作状态所发生的肥料严重漏失问题, 研究设计了阻止漏肥装置。试验结果表明, 该装置利用播种机被提升和落下动作即能自动控制挡肥活门启闭, 不增加拖拉机驾驶员的操作负担, 能有效解决上述排肥器的漏肥问题。

关键词 化肥撒布机, 排肥器, 漏肥, 结构设计

中图分类号 S224.210.2

我国化肥年产半数以上是机械难施的粉状碳酸氢铵, 故当对其排施效果较好的搅刀-拨轮式排肥器一经问世, 就相继为国内许多型号的播种机所采用。虽然有关资料^[1]介绍这种排肥器适于粉状及颗粒状多种肥料的施用, 但据我们实际试验和在田间作业中观察发现, 它对直落性强的尿素等肥料适应性较差, 主要表现在: 排量稳定及一致性较低, 特别是当机具行至地头播种机被升起, 排肥器已不转动处于非工作状态时, 箱内肥料因自重会经排肥器严重漏失于地面。对此问题过去多是用改进肥量插板结构去控制, 然而效果不理想^[4]。

为能简便有效地解决上述漏肥问题, 使有一定特色的此种排肥器更趋完善, 我们进行了阻止漏肥装置的研究。

1 阻漏肥装置的结构设计

1.1 装置的结构

用于悬挂式施肥播种机的阻漏肥装置结构见图 1。

其中, 推拉杆总成的左端使用时需铰接于拖拉机后桥的上拉杆安装肖轴处; 可调曲柄与短曲柄同固定于一根支承轴上, 两者实际相当于一个双曲柄构件; 短曲柄与活门的后转臂二者设计长度相等(均为 3 cm), 因此活门启闭转角大小与双曲柄的转角也相等。

1.2 装置的工作方式

在播种机被液压升降时, 该装置通过推拉杆总成带动可调曲柄摆转 60° 的角, 同时短曲柄经连杆传动后使挡肥活门启闭。欲使装置可靠工作, 须在用机前按照预定的施肥深度及播种机最大提升高度, 将可调曲柄及推拉杆总成长度调到适当值。

调整正确的装置在作业中的动作配合关系如下: 随着播种机的落下, 推拉杆总成即拉动可调曲柄向图 1 中的反时针方向转动, 从而牵动整个杆系联动, 使挡肥活门得以顺时针回转趋于打开, 当开沟器入土到预定深度, 则活门的开启也恰好到最大开度(下垂); 相反若播种机被升起, 则推拉杆总成变为推动可调曲柄顺时针转动, 结果活门就会反时针转动

收稿日期: 1994-08-29

趋于关闭;当播种机升至最高处时活门就把排肥器底口完全挡住起到阻漏的作用。

在作业中,播种机落下和提升的动作实际都是在几秒钟的瞬间完成的,此间因活门未全部关闭可能漏下的肥料很少,故不会影响装置的效果。

1.3 装置的工作原理

阻漏肥装置的设计关键是要找到能与播种机的起落完全同步并可按需要对挡肥活门进行控制的动力源。本装置利用了:“拖拉机后桥的上拉杆安装肖轴(O 点)与装置中可调曲柄转轴(C 点)间距离,要在播种机的起落过程中产生显著改变”这一潜在规律,使该问题得到解决。以下是运用此规律对阻漏装置工作原理的说明。

因为 O 、 C 两点间的距离一定要在播种机升(降)中缩短(变长),就不允许在两点间直接连以刚性杆件,也就是说不能试图直接利用 OC 长度的变化去达到目的。但是只要如装置设计的那样,在 C 点装一可调节长度的曲柄,然后把与 O 点铰接的推拉杆总成与之相连,情形就完全不同了。在播种机升降、 OC 长度变化的同时,相当于定长刚件的推拉杆总成由于 O 点铰固势必推动可调曲柄转动,且曲柄端点所转角度的对应弦长必定与 OC 长度的变化量等同(实际略有差异)。有了可调曲柄的转动随之即可通过短曲柄、连杆使活门动作。不难看出:播种机被升起 OC 长度缩短时,推拉杆总成是推着可调曲柄顺时针转动,最后杆系使活门反时针转向关闭;相反当播种机落下工作时,正好使得活门开启。

显然装置的动作中活门要能适时关闭和打开,上述开始时的调节工作是非常重要的。在活门及可调曲柄只允许转 60° 设计角的情况下,通过调节可调曲柄的长度可保证 OC 距离变化之需要;而将推拉杆总长度调节适当则可以保证可调曲柄相对铅垂线左右各摆转 30° 角。总之,两方面的调整应当相辅相成互相配合。

1.4 装置具有的特点

- 1)不妨碍播种机正常工作,无需大的改动就能安装就绪。
- 2)不增加拖拉机驾驶员的操作负担,避免了机具行至地头因手忙脚乱而出事故。
- 3)装置完全仅靠播种机的升降起落所带动,且与播种机动作配合的同步性好。
- 4)具备超限安全保护功能,对田间复杂的工作状况适应性强。
- 5)阻漏肥效果良好。

2 阻漏肥装置设计的理论依据

为便于说明和分析问题,下面以我们试验用样机及相应测试数据来阐述。

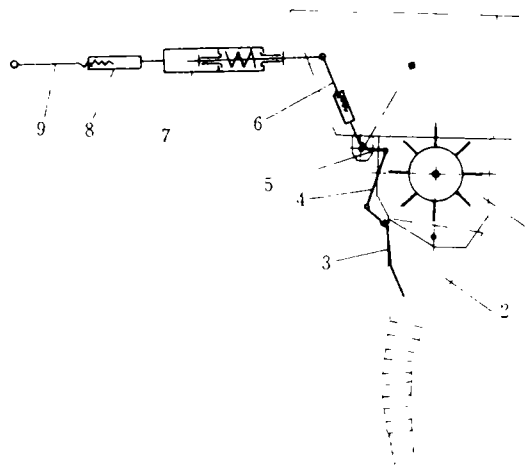


图1 阻漏肥装置结构示意图

- 1.排肥器;2.溜肥漏斗;3.挡肥活门;4.连杆;5.短曲柄;
6.可调曲柄;7.超限保护器;8.花篮调节螺栓;9.推拉杆

2.1 试验样机

供试样机为铁牛-55 拖拉机配用的三行玉米硬茬播种机(型号 2BF-3A),其结构示意图见图 2。

2.2 理论分析

为进行理论分析,现将拖拉机和播种机按比例缩小并抽象成为图 3 所示的四杆机构 $OABO'$ [2]。其中的刚性三角形 ABC 三个顶点: A 点相当于播种机的上悬挂点, B 点为下悬挂点,而 C 点则相当于图 1 阻漏装置中可调曲柄的回转轴位置。 O 点代表拖拉机后桥上拉杆安装肖轴点, OA 即为上拉杆, O' 点表示拖拉机后桥下拉杆安装肖轴点, $O'B$ 即为下拉杆,有关相对尺寸均引自文献[3]。

然后模拟播种机的升降过程,作 C 点的机动图(作图过程略),结果得到图 3 中的曲线 MN ,该曲线表述的是 C 点随播种机升降所走过的轨迹,它可以提供 O 、 C 两点在机具位置变化中其间长度的改变情况[4]。为能确切说明问题,现仅通过升降中三个位置点之 OC 值来比照:

(1)当播种机施肥开沟深 10 cm 时,

$OC_1=870$ mm;

(2)当播种机升至施肥开沟铲尖离地 10 cm 时, $OC_2=790$ mm;

(3)当播种机被提升至最大高度时, $OC_*=615$ mm。

显而易见, OC 的长度随着播种机的升起而变短,随着播种机的落下而增长,在我们最为关注的作业状态点和提升最高位置点,其长度变化量可达 $(\Delta_{oc})_{\max}=255$ mm。尽管不同型号的悬挂式播种机因结构尺寸不同, $(\Delta_{oc})_{\max}$ 值与该样机会有差异,但是 O 、 C 两点距离随机具升降有较大改变的规律却是共同的,因此,该结论的普遍性使本设计具有推广应用价值。

由于图 3 中 OA 与 $O'B$ 的瞬心位置及四杆机构杆件夹角 $\angle OAB$, $\angle O'BA$ 的大小均为规律不确定的时间函数,致使 C 点沿轨迹 MN 移动的规律难以用准确的轨迹运动方程式来加以表述,由此也就无法进一步把握可调曲柄和挡肥活门瞬时的变化规律。但若注意到如下的设计前提,即:“对于装置的动作,我们真正有必要关心的只是播种机升至最高和

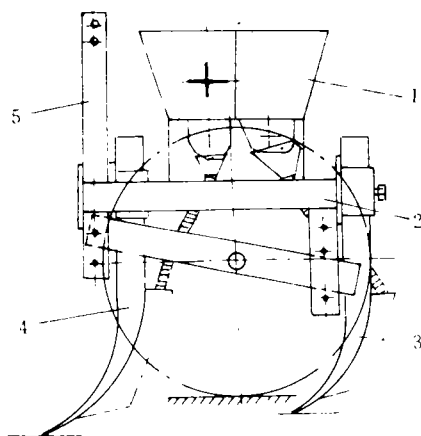


图2 试验样机结构简图

1. 种肥箱;2. 机架;3. 播种开沟器;
4. 施肥开沟器;5. 悬挂架

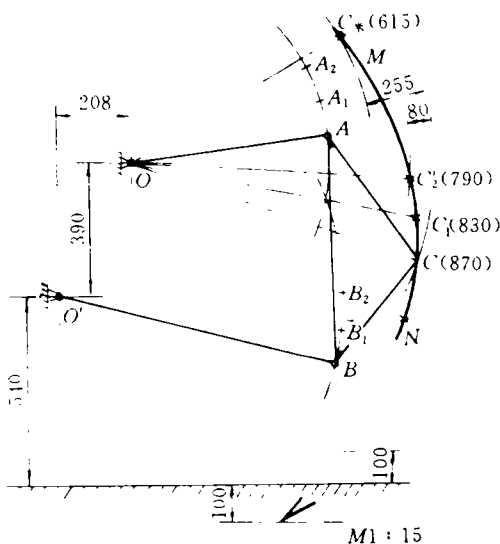


图3 C点运动的机动图

落地工作这两个特殊位置,及其两位置间 OC 距离变化的 $(\Delta_{oc})_{max}$ 值能否使可调曲柄满足转 60° 角的要求”,那么理论推算方面的缺陷对本文讨论分析就基本没有什么影响。

不同型号的悬挂式播种机因上述两个特殊位置产生的 $(\Delta_{oc})_{max}$ 值不同,所以需调节可调曲柄长度,其方法是:必须保证可调曲柄转 60° 角,可调曲柄在推拉中此转角对应的弦长等于 $(\Delta_{oc})_{max}$ 值。由图 4 可知:可调曲柄的正确长度应为 $L=(\Delta_{oc})_{max}$ 。

不管是哪一种悬挂式播种机,只须让可调曲柄长度与 $(\Delta_{oc})_{max}$ 值相等就表示调整达到要求,而 $(\Delta_{oc})_{max}$ 值在实际中很容易测得。

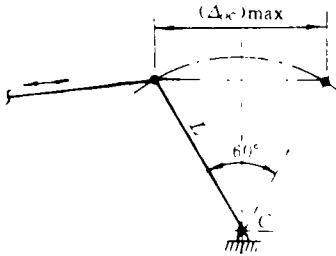


图 4 可调曲柄转动关系图

3 装置的安全与可靠性保障功能

阻漏肥装置只靠上述设计在使用中是很不完善的,它将无法适应田间作业复杂多变的工况条件,也难适应操作中调整粗放的现实状况。作为本装置设计的又一特点,是充分考虑到实际与实验条件的不同,配置了具有自动调适功能的安全保护器。

3.1 安全保护器的结构

超限安全保护器作为推拉杆总成的组成部分,其详细结构如图 5 所示。

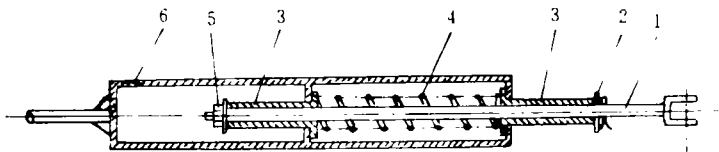


图 5 超限安全保护器

1. 伸缩叉杆;2. 挡圈;3. 活套;4. 压缩弹簧;5. 调压螺母;6. 安全器身

3.2 安全保护器的作用原理

由图 5 可知,保护器中的伸缩叉杆通过活套压缩弹簧后可向左或向右伸缩,保护器的保护作用正是借助于叉杆的这种伸缩特性而获得。具体地说,当挡肥活门受力超过正常值并大到超过设计预定值(保护器的压缩弹簧其预紧力按每个活门最大受力为 2.5 kgf 确定)时,保护器即开始起作用。该力经装置杆系传递到保护器后要压缩弹簧使得叉杆前伸或后缩,自动改变推拉杆总成的长度,从而防止阻漏活门或排肥器过度受挤压而损坏。除调节不当或意外情况,一般在正常状况下叉杆不会产生上述伸缩,此时虽有保护器存在,但推拉杆总成犹如一根定长刚性杆件在带动装置工作。

为节省篇幅,对保护器的保障作用不再赘述,以下仅对可调曲柄长度不足、活门又趋于关闭这一情况作简要解释。由于可调曲柄长度不够,当转过同样的角度,其相应的弦长就比正确曲柄长度时的弦长为短,由此对于相同的 $(\Delta_{oc})_{max}$ 值,推拉杆总成推动可调曲柄

转过的角度肯定要比正确曲柄长度时的 60° 角大,而转角的增大又势必使挡肥活门在已经达到完全挡住排肥器底口后,仍被迫继续转动。但事实上因排肥器的阻挡,活门已不能继续转动。若没有安全保护器,其结果只能是活门或排肥器在强制扭转之中被损坏;有了保护器,当活门反时针转至抵住排肥器不能转动并且随着单个活门受力增至 2.5 kgf 后,伸缩叉杆即行左移将此时显得过多的 $\Delta\omega$ 值予以吸收,从而避免毁损事故发生。

至于其他一些原因,如土壤潮湿松软、地表面不平整等缘故引起机具下陷增大、行走不平稳等情况,活门可能出现的被迫过度开张,其时叉杆会右伸补偿推拉杆长度显现的不足,同样起到防损坏的作用。

总之安全保护器的设计应用使得阻漏装置在复杂的工作条件下更可靠和实用。

参 考 文 献

- 1 谷焜白. 2FT-1 型多用途碳酸氢铵追肥机. 土壤肥料, 1988(5): 21~24
- 2 李荣学. 四连杆机构综合概论. 第三册, 气液动连杆机构设计. 北京: 机械工业出版社, 1983. 25~39
- 3 机械工程手册. 电机工程手册编辑委员会. 机械工程手册(第 70 篇: 拖拉机). 北京: 机械工业出版社, 1978, 70. 159~165
- 4 黄锡恺. 机械原理. 北京: 高等教育出版社, 1956, 213~222

The Principle and Design of the Fertilizer Leak-preventing Device for Mounted Fertilizer Seeders

Xue Huilan¹ Qiu Ling² Li Feixiong¹ Li Zengwu³

(1 College of Mechanical and Electronic Engineering, 2 Arid and Semiarid Research Centre,

3 Farm Station, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract A fertilizer leak-preventing device is developed to stop fertilizer leakage on the stirring-knife-reel adjusting fertilizer distributor, especially severe when operated with granulated fertilizers such as urea during the non-working state of the distributor. The preventing valve is controlled automatically through the mounting and falling actions of the distributor, thus needing no more help from the driver. This fertilizer leak-preventing unit can solve the problem of fertilizer leakage of the fertilizer distributor.

Key words Fertilizer broadcaster, fertilizer distributor, structural design, fertilizer leakage