

1GLF-1.8型绿肥翻青机的设计

王福杰 黄海东 舒彩霞 廖庆喜

华中农业大学工学院, 武汉 430070

摘要 依据旋转铧的工作原理,设计了一种绿肥翻青机,确定了该机的主要结构,测试了其工作性能。翻青装置中侧刀的侧切刃采用正弦指数曲线,可有效防止机组在多草田耕作时侧刀缠草;顶板可辅助土堡翻转,刮土装置可将粘附在侧刀上的土块刮下,减少侧刀粘土。田间功能性试验表明,该机翻青覆盖率可达85%以上,耕深最大可达200 mm,且功耗低,能够满足设计要求,可实现绿肥、水稻、小麦等秸秆的机械化翻埋还田。

关键词 绿肥; 旋转铧; 翻埋; 功耗

中图分类号 S 222.3 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2011)03-0371-04

绿肥是一种优质的有机肥料,绿肥翻青还田具有增加土壤有机质含量、提高农作物产量、减少化肥施用量等作用^[1]。1976年,我国绿肥种植面积约1 300万hm²^[2]。从20世纪80年代开始,受多重因素的影响,绿肥的种植面积开始逐年减少,其中缺乏适用的绿肥翻青机械是导致绿肥种植面积减少的因素之一。近年来,因粮食安全、环境污染和土壤肥力不足等矛盾日益突出,绿肥种植规模在逐步扩大,加快研制绿肥机械化翻青机具已迫在眉睫。

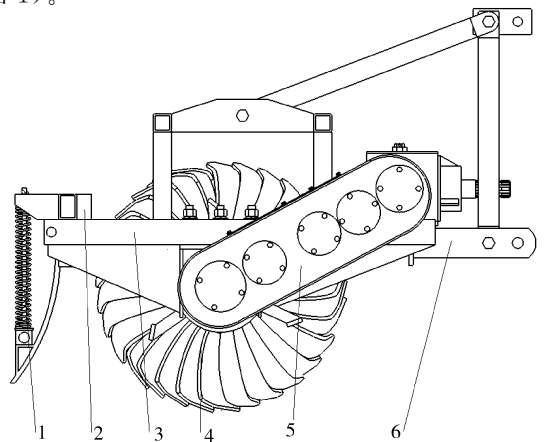
目前,我国对绿肥机械化翻青还田的研究主要集中在两个方面:一是利用反转旋耕埋青机完成绿肥翻青还田,同时还可以用于小麦、玉米、水稻等秸秆的灭茬还田^[3-4];二是适用于水田秸秆还田的水田旋耕埋草机^[5-6],主要用于水稻秸秆、稻茬等的还田。以上机械化还田技术研制的机具对小麦、玉米、水稻等秸秆均具有翻埋效果,但并不能完全达到绿肥的翻青要求。20世纪70—80年代,我国曾进行绿肥埋青机的研究^[7-11],研制的埋青机可以完成绿肥机械化翻青,但仍然存在刀片易缠草、翻青覆盖率相对较低、功率消耗大等问题。

笔者根据绿肥农业生产的需要,结合绿肥生产的农艺要求,以南方稻田种植较多的紫云英、苕子等绿肥作物为作业对象,采用旋转铧^[12]工作原理,设计了一种绿肥翻青机,该机能够实现绿肥的切断、翻埋、碎土及翻青后土地平整等功能。

1 总体结构与工作原理

1.1 总体结构

1GLF-1.8型绿肥翻青机主要由悬挂装置、传动装置、翻青装置、刮土装置、拖板和机架等组成(图1)。



1. 拖板 Planishing sheet; 2. 刮土装置 Soil scraping device; 3. 机架 Frame; 4. 翻青装置 Embedding device; 5. 传动装置 Driving unit; 6. 悬挂装置 Suspension device.

图1 整机结构简图

Fig. 1 Structural sketch of the whole machine

1.2 工作原理

1GLF-1.8型绿肥翻青机根据旋转铧工作原理设计而成。翻青机工作时,通过3点悬挂装置与拖拉机连接,拖拉机的动力输出轴通过万向节将动力

收稿日期: 2010-09-30

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项经费项目(200803029-02)

王福杰, 硕士研究生。研究方向: 现代农业装备设计与测控。E-mail: mcumug@webmail.hzau.edu.cn

通讯作者: 廖庆喜, 教授。研究方向: 农业机械化工程。E-mail: liaoqx@mail.hzau.edu.cn

传送到翻青机的中间传动箱,再经由联轴器和侧边传动箱将动力传送至翻青装置,随着机组的前进与翻青装置刀辊的转动完成切土、翻垡、碎土、平整等作业(图 2)。



图 2 1GLF-1.8 型绿肥翻青机实物图

Fig.2 Sketch of 1GLF-1.8 type green manure embedding machine

1.3 主要技术参数

1GLF-1.8 型绿肥翻青机的工作幅宽为 1 800 mm, 耕深可达 200 mm; 选择与功率大于 36.75 kW 的轮式拖拉机配套使用, 其作业速度为 2.1~3.5 km/h, 耕后翻青覆盖率大于 85%, 纯工作小时生产率为 0.35~0.55 hm²/h。

2 工作部件的设计

2.1 翻青装置的设计

翻青装置是翻青机的核心工作部件, 主要由刀轴、刀盘、侧刀、顶板等组成。刀盘通过刀盘法兰固定在刀轴上, 2 个相邻刀盘上的侧刀相对安装, 形成一个类似“门”字形的结构。在相邻 2 个刀盘中间的刀轴上焊接刀座, 顶板安装在刀座内并与对应的侧刀有一定的夹角, 该机顶板与侧刀之间夹角为 40°~45°。机组工作时, 侧刀顺转切开土垡, 土垡在侧刀和顶板的共同作用下向后上方运动并旋转 180°, 将地表的作物埋入土中(图 3)。

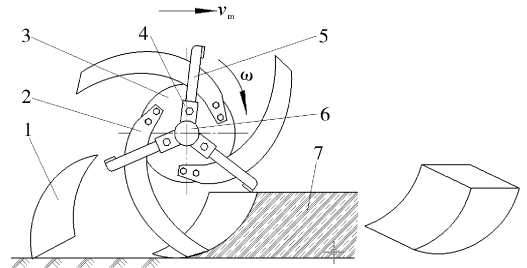
该机侧刀的侧切刀采用正弦指数曲线形式, 在多草的稻田中作业时有利于减少刀片缠草现象^[13]。此外将侧刀设计为单刀幅宽 95 mm 的宽型弯刀, 并将侧刀安装在刀盘上, 这种设计形式可以简化刀辊结构, 减少刀辊上刀片的数量; 适当增大单刀幅宽, 有利于减少刀盘间壅土现象, 同时也有利于降低整机功耗^[14]。

2.2 刮土装置的设计

翻青机在含水率较高的土壤耕作时, 刀片容易

粘土, 刀片粘土不仅影响翻青机的耕作效果, 而且增加整机功耗。为减少刀片粘土现象, 在整机后梁上焊接有刮土装置(图 4)。

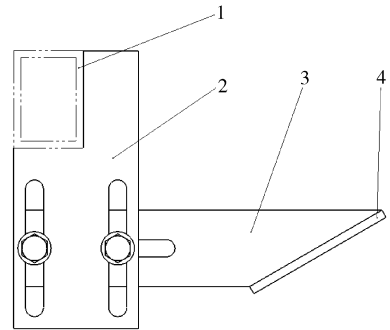
刮土刀柄与刮土刀片焊接后的整体为刮土刀, 刮土刀通过螺栓固定在连接板上, 连接板焊接在机架后梁上; 刮土刀柄与连接板上均设有可以调节刮土刀上下、前后位置的螺栓孔。刮土刀的安装位置, 应根据翻青装置中 2 个刀盘间相对安装的侧刀位置确定, 刮土刀柄与侧刀之间留有 10~15 mm 的间隙, 以保证机组工作时侧刀顺利转动。



1. 耕后土垡 Furrow slice; 2. 侧刀 Side blade; 3. 刀盘 Tool pan; 4. 刀座 Tool post; 5. 顶板 Top plate; 6. 刀轴 Cutter shaft; 7. 未耕地 Untilled field.

图 3 翻青装置工作示意图

Fig.3 Schematic diagrams of embedding device



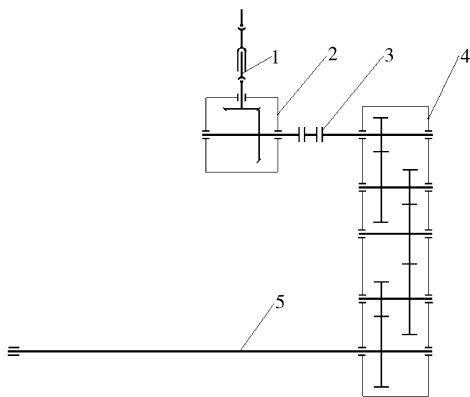
1. 后梁 Beam; 2. 连接板 Link plate; 3. 刮土刀柄 Tool shrink; 4. 刮土刀片 Scraping blade.

图 4 刮土装置

Fig.4 Sketch of soil scraping device

2.3 传动系统的设计

本机采用单边侧传动, 动力由拖拉机动力输出轴经中间齿轮变速后再经侧边齿轮箱变速传输到刀轴进行翻青作业(图 5), 刀轴的转速设计为 60 r/min。将本机侧边齿轮箱最后一级齿轮对调后, 刀轴的转速达到 230 r/min, 能够达到旋耕机的耕作速度, 实现一机两用, 这也是本机侧边变速箱设计的一个突出特点。



1. 万向节 Universal joint; 2. 中间变速箱 Intermediate gear box; 3. 联轴器 Shaft coupling; 4. 侧边变速箱 Side gear box; 5. 刀辊 Tool arbor.

图5 传动系统

Fig. 5 Sketch of the driving system

3 功耗理论分析

影响翻青机功耗的因素很多,主要有刀辊转速、机组前进速度、耕深、切土节距、土壤含水率、土壤坚实度等。此外,地表残茬、旋耕刀的排列等因素也对功耗产生不同程度的影响。为预测翻青机的功耗,根据经验公式进行估算。

设翻青机的旋耕比阻为 K_λ , 则翻青机的平均功耗为

$$N = 0.1K_\lambda d v_m B \quad (1)$$

其中 d 为耕深 (cm); v_m 为机组前进速度 (m/s); B 为耕幅 (m); K_λ 为旋耕比阻 (N/cm^2)。

根据农业机械设计手册中的相关公式,旋耕比阻

$$K_\lambda = K_g K_1 K_2 K_3 K_4 \quad (2)$$

查得相关系数并计算 $K_\lambda = 8.198 N/cm^2$, 将 K_λ 代入(1)式,得

$$\begin{aligned} N &= 0.1K_\lambda d v_m B \\ &= 0.1 \times 8.198 \times 20 \times 0.583 \times 1.8 = 17.2 \text{ kW} \end{aligned}$$

根据农业机械设计手册中获取旋耕比阻 K_λ 试验数据所使用的旋耕机参数:刀辊半径 245~260 mm,转速 200~220 r/min,计算出旋耕机刀片端点的圆周速度为 5.1~5.9 m/s,而该机的刀片端点圆周速度为 2.4 m/s。因为圆周速度越大,切下的土垡加速度越大。又因阻力与速度的平方成正比,故圆周速度增大时功耗增大。所以在理论上,同样条件下该机的旋耕比阻应小于(2)式的计算结果,平均功耗小于 17.2 kW。

4 讨论

2009年8月到2009年12月,分别在华中农业大学工科基地和华中农业大学水稻试验田,对翻青机进行过多次田间模拟功能性试验。试验结果表明:在华中农业大学工科基地草地耕作时,翻青机可将地表覆盖物平均高度小于 200 mm 的草地完全翻入土中,且耕后土垡翻转有序,地表平整。在晚稻收割后的华中农业大学水稻试验田,其土壤含水率为 30%~40%,留茬高度为 300~400 mm,翻青机依然能够将稻茬及田间杂草翻青还田,翻青覆盖率可达 85% 以上。旋转铧为深耕农具,采用旋转铧工作原理研制的绿肥翻青机能够达到较大耕深,田间试验翻青机耕深为 170~200 mm,翻青机设计耕深为 200 mm,达到了设计的耕深要求。侧刀的侧切刃采用正弦指数曲线形式,能有效减少翻青机在多草环境下耕作时刀片易缠草的现象。采用正弦指数曲线形式的侧刀具有良好的滑切性能,在多草田耕作时,即使刀片无法将田间秸秆切断,也能够通过刀片良好的滑切性能使秸秆沿刀片侧切刃滑脱,大大减少刀片缠草现象,可在一定程度上降低整机功耗。顶板是翻青机的重要工作部件,翻青机工作时顶板能够辅助土垡翻转,并使土垡翻转有序,提高绿肥翻青机的翻青覆盖率。无顶板时,土垡翻转无规律,且耕后土垡四处散落,翻青效果不理想。顶板回转半径、顶板与刀片间的安装角度,对翻青机的耕作效果有重要影响。顶板回转半径过小,且顶板与刀片的安装角度过大时,顶板无法起到辅助土垡翻转的作用;顶板回转半径过大,且顶板与刀片的安装角度过小时,土垡被卡在刀片与顶板之间,无法下落。翻青机刀片回转半径为 380 mm,顶板回转半径为 275 mm,顶板与侧刀夹角为 40°~50°时,翻青机能够达到较好的耕作效果。翻青机刀轴转速为 60 r/min,刀轴转速低,刀片端点的线速度也降低,因此在相同耕幅情况下,从试验验证和理论分析计算得出,该机比传统旋耕作业的功耗大大降低。

笔者研制的绿肥翻青机克服了由于绿肥作物鲜草产量高导致绿肥机械化翻青存在的刀片易缠草、翻青覆盖率低等技术问题,与水田动力机械配套使用亦可用于水田作物秸秆、绿肥的还田;经田间模拟试验,该机各项性能指标达到设计要求,能满足实际生产作业要求,可用于绿肥、稻茬等秸秆的机械化还田作业。

参 考 文 献

- [1] 焦彬,顾荣申,张学上. 中国绿肥[M]. 北京:农业出版社,1986.
- [2] 陈礼智,王隽英,郭永兰,等. 我国绿肥种植概况[J]. 土壤肥料, 1989(4):33-39.
- [3] 毛罕平,陈翠英. 秸秆粉碎掩埋复式作业机的试验研究[J]. 农业机械学报,1996,27(3):42-45.
- [4] 王金武,尹大庆,韩永俊,等. 水稻秸秆整株还田机的设计与试验[J]. 农业机械学报,2007,38(10):54-56.
- [5] 熊元芳. 水田埋草旋耕机的试验研究[J]. 农业机械学报,2003, 34(5):177-178.
- [6] 夏俊芳,张国忠,许绮川,等. 多熟制稻作区水田旋耕埋草机的结构与性能[J]. 华中农业大学学报,2008,27(2):331-334.
- [7] 姚家骥. 盐农 1GF-60 型反转旋耕埋青机的试验研究[J]. 粮油加工与食品机械,1980(1):12-14.
- [8] 黄显淦. 介绍一种果园绿肥压青机[J]. 山西果树,1981(1):62.
- [9] 谭灰数,靳永年. 桑 IGS-125A 型反转旋耕埋青机研究报告[J]. 蚕业科学,1981,7(4):232-239.
- [10] 孙崇瑜,糜懿殿,梁培生. 桑园绿肥 T 型刀反转埋青机的研究[J]. 蚕业科学,1990,16(1):50-52.
- [11] 江苏省东台县农机修造厂. LM-50 型绿肥埋青机[J]. 粮油加工与食品机械,1975(1):39.
- [12] 立农曼. 旋转锹[J]. 粮油加工与食品机械,1976(1):9-19.
- [13] 中国农业机械化科学研究院. 农业机械设计手册[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2007.
- [14] 丁为民,彭高植. 宽型旋耕弯刀的设计研究[J]. 农业机械学报, 1997,28(3):144-147.

Development of 1GLF-1.8 type green manure embedding machine

WANG Fu-jie HUANG Hai-dong SHU Cai-xia LIAO Qing-xi

College of Engineering, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

Abstract A green manure embedding machine was developed according to the operational principle of rotary spade. The main structure and working process of the machine were determined. The length-wise edge of the blades can effectively prevent the blades from winding the grasses by using the sine index curve. A top plate was equipped to assist the furrow slice to turn over. A soil scraping device was equipped to scrape the soil adhering to the blade. The results of field tests showed as follows: the green manure coverage rate was more than 85%, the maximum tillage depth was 200 mm. The power consumption of the machine was lower. This machine meets the design requirements and returns green manure, rice straws and wheat straws to the field through mechanization operation. It would be important, practical and valuable to improve the utilization ratio of the existing straws.

Key words green manure; rotary spade; embedde; power consumption

(责任编辑:陈红叶)