

移动式玉米秸秆切丝机设计中几个问题的研究^{*}

师帅兵, 陈 军, 李俊耀, 许有青, 薛占刚

(西北农林科技大学 机械与电子工程学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 在分析玉米秸秆用途及制约玉米秸秆利用的主要因素的基础上, 为扩大秸秆的有效利用, 设计了移动式玉米秸秆切丝机, 并对切丝机的关键部件——切丝装置进行了研究, 确定了该装置的主要参数。

[关键词] 玉米秸秆; 切丝机; 机械设计

[中图分类号] S226.8

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2002)05-0107-03

玉米是我国的种植面积仅次于小麦、水稻。目前我国对玉米的利用基本上还停留在只用玉米果实的水平, 而对数量庞大的秸秆的利用尚处于探索阶段。玉米秸秆是一种在工农业中用途广泛的资源, 在农业方面可用于生产饲料、肥料、农药等; 在工业方面可用来生产纤维浆粕、人造棉、一次性餐具和造纸, 还可以作为建筑材料、化工原料等。大量的玉米秆在短时间内不能妥善处理, 其利用价值会大大降低, 由于秸秆表面有一层蜡质保护层导致水分蒸发缓慢(约需3~4个月才能晒干), 而秋季多雨, 容易使秸秆霉变、腐烂, 风吹、日晒会导致秸秆营养破坏或流失, 以及秸秆粗硬, 牛羊无法直接采食等原因, 导致大部分玉米秸秆被焚烧或弃置路旁, 不仅影响了交通, 污染了环境, 而且浪费了大量宝贵的资源^[1]。移动式玉米秸秆切丝机的设计成功, 为玉米秸秆的开发利用提供了新的途径。现将其设计的一些主要问题做以介绍。

1 问题的引出

1.1 制约玉米秸秆利用的因素

玉米秸秆用途广泛, 其蛋白质含量达71 g/kg, 而玉米仅为85~88 g/kg, 由于多种因素, 导致如此宝贵的资源被大量浪费。制约玉米秸秆利用的主要因素有: 玉米秸秆产量大而集中, 三秋时间紧迫, 玉米收获劳动强度大, 农民无暇处理玉米秸秆; 玉米秸秆外表面有蜡质保护层, 水分蒸发慢, 一般晒干需3~4个月, 容易霉变、腐烂, 导致利用价值降低; 玉米秸秆收获后含水量高达700~800 g/kg, 体积大, 无

法储存, 重量大, 搬运费力^[2]。

1.2 设计思路

移动式玉米秸秆切丝机悬挂在小型轮式拖拉机上作业, 将收获玉米后的秸秆顺其纤维方向快速切成宽度为8 mm左右的细丝, 由于是沿着纤维方向切丝, 切出的丝多数接近原玉米秸秆长度, 便于晒干后捡拾、打捆; 切成丝的秸秆抛撒在地面上, 晾干面积扩大了10多倍, 试验发现, 晒干时间从120 d左右缩短到1~3 d, 最短仅需6 h; 切成丝的秸秆晒干后, 可压缩减容打捆, 大幅度降低了运输成本、劳动强度和占地面积, 可作为商品直接进入市场。更重要的是能够保持玉米秸秆的营养成分和最佳质量, 为玉米秸秆的有效利用提供了新的途径, 将产生显著的经济效益、社会效益和生态效益^[3]。

2 切丝装置设计

移动式玉米秸秆切丝机设计中包括切割装置、喂入装置、输送装置、切丝装置和机架等的设计, 这里主要介绍其关键部件——切丝装置的设计。切丝装置目前还没有可供参考的装置, 对切丝装置的要求是: 切出的秸秆丝既要便于快干, 又不能太细, 最短长度一般不应小于20 cm, 最重要的是要便于利用。如作为牲畜粗饲料时则在拉切过程中营养成分不能损失太大, 作为工业原料时则在拉切中尽量将秸秆中的水分挤出, 以便于快干保存。

2.1 喂入压扁滚筒设计

为提高切丝质量, 在切丝滚筒前加一级喂入压扁装置, 其作用有三: 一是将秸秆可靠地喂入并送至

* [收稿日期] 2001-09-10

[基金项目] 西北农林科技大学校重点基金资助项目(0808)

[作者简介] 师帅兵(1956-), 男, 陕西永寿人, 教授, 硕士, 主要从事农机动力设备研究。

切丝滚筒;二是将秸秆略微压扁以便于切丝;三是对不同用途的秸秆通过调整上下压扁滚筒的间隙来调整对秸秆的夹持力,从而便于按不同要求控制秸秆的水分含量。

2.1.1 滚筒工作分析及直径 D 的确定

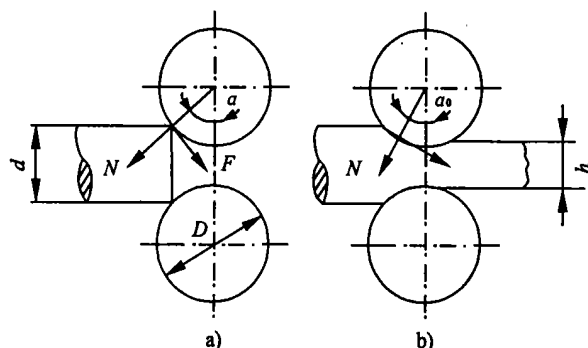


图 1 滚筒抓取秸秆的条件

(a). 开始喂入; (b). 喂入后

Fig 1 Condition of roller snatching stalk

(a). begin feeding; (b). after feeding

2.1.1.1 滚筒工作时抓取秸秆的基本条件^[4] 设两压扁滚筒为圆柱形端面(图 1),当秸秆在输送装置的作用下与滚筒接触时,则滚筒对秸秆端部便产生了支反力 N 和抓取力 F ,滚筒能抓取秸秆的条件是:

$$F_x > N_x \quad \text{即} \quad F \cos \alpha > N \sin \alpha$$

$$\text{而} \quad F = N \mu$$

式中, μ 为滚筒对秸秆的抓取系数,对钢、铸铁,秸秆的抓取系数一般取 $\mu = 0.3 \sim 0.6$; α 为对秸秆的起始抓取角。

$$\text{整理后得} \quad \mu > \tan \alpha \quad (1)$$

即滚筒对秸秆的起始抓取角 α 的正切值应小于抓取系数 μ 。当秸秆喂入后,抓取角 α 变小为 α_0 ,其抓取能力增强。

2.1.1.2 滚筒直径 D 的确定 由图 1 中几何关系可知,满足抓取条件时有:

$$\cos \alpha = 1 - \frac{d-h}{D} \quad (2)$$

式中, D 为滚筒直径; d 为秸秆直径,一般为 $16 \sim 40$ mm; h 为滚筒间隙。

由上式可以看出,当滚筒直径 D 与间隙 h 增大时,抓取角 α 变小,对抓取有利。将(2)式经三角函数变换可知

$$\frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} = 1 - \frac{d-h}{D}, \text{ 则} \quad D = \frac{d-h}{1 - \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}$$

又因为, $\mu > \tan \alpha$, 则

$$D = \frac{d-h}{1 - \sqrt{1 + \mu^2}} \quad (3)$$

由于秸秆是从梢部喂入的,其直径不超过 16 mm,取 $d = 16$ mm, $\mu = 0.3$,滚筒间隙取最小值 $h = 7$ mm,代入(3)式得 $D = 213.54$ mm,圆整为 $D = 220$ mm。

2.1.2 滚筒转速确定 玉米种植密度为 $45\,000 \sim 6\,000$ 株/ hm^2 ,行距为 $600 \sim 700$ mm,植株高度 H 小于 $2\,230$ mm,株距 Z 为 $280 \sim 380$ mm,取 $Z = 300$ mm,拖拉机工作速度 V 取 4.89 km/h,要求拖拉机前进 3 个株距的时间内,滚筒能完成 1 根秸秆长度的输送,则有:

$$\begin{cases} V \cdot t = 3Z \\ n \cdot t \cdot D \cdot \pi = H \end{cases}$$

$$\text{整理得} \quad n = \frac{1\,000 H \cdot V}{3 \times 60 \pi Z D} = 292.17 \text{ (r/min)}$$

考虑到输送喂入中滚筒与秸秆有滑移及株距不同等原因,取滚筒转速为 $n = 320$ r/min。

2.1.3 滚筒长度的确定 该切丝机作业时,同时加工 2 行玉米秸秆,因此通过滚筒的有 6 根最大直径为 40 mm的秸秆,则滚筒长度 $B = 6 \times 40 = 240$ (mm)。

2.2 切丝滚筒的设计

切丝滚筒的直径、转速、长度的确定方法与压扁喂入滚筒相同,其转速 n 、节园直径 D 、长度 B 与喂入滚筒相等。切丝机构是根据剪刀的原理设计的,如图 2 所示。两倍的齿顶高应大于等于秸秆最大直径,则齿顶高 h_0 取 20 mm,齿根高 h_1 取 25 mm,齿间距 b 取 8 mm。

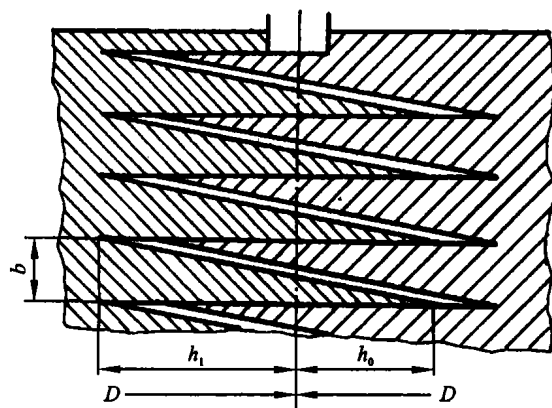


图 2 切丝滚筒结构示意图

Fig 2 The structure sketch map of slivering roller

结构上可将切丝滚筒做成整体式的,也可以将切刀做成分开式,然后一片一片叠加起来。

3 结 论

移动式玉米秸秆切丝机的研制将为玉米秸秆的

综合利用开辟新的途径, 对提高资源的合理利用, 减少环境污染起到积极作用, 必将产生很好的社会效益和生态效益。

[参考文献]

- [1] 季国军, 叶小梅 加强秸秆综合利用, 促进农业持续发展[J]. 农村能源, 2000, (1): 15- 17.
- [2] 夏龙池 农村秸秆综合利用技术研究[J]. 再生能源研究, 1999, (4): 25- 27.
- [3] 陈洪章, 李佐虎 秸秆综合利用技术与生态农业[J]. 精细与专用化学品, 2000, (10): 12- 14.
- [4] 北京农业大学 农业机械学(下册)[M]. 北京: 农业出版社, 1980.

Study on problem s in the designing of movable corn stalk slivering machine

SHI Shua i-bing, CHEN Jun, L I Jun-yao, XU You-qing, XUE Zhan-gong

(College of Mechanism and Electronic Engineering, Northw est Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, ShaanXi 712100, China)

Abstract: On the basis of analyzing the use of corn stalk and main factors of constraining corn stalk using, a movable corn stalk slivering machine was designed to enlarge efficiency of using stalk, and components of slivering machine-slivering organization was studied and finally the main parameters of this machine were detem ined.

Key words: corn stalk; slivering machine; machine design

(上接第 102 页)

Analysis and definition about the number of main transformer in Pingtouw ater power station in Baoji county

WEI En-jia¹, HE Wen-xue², L I Cha-qing², HE Zi-li¹, GAN Xue-tao¹

(1 College of Water Resources and Architectural Engineering, Northw est Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2 Zhejiang Water Conservancy and Hydropower College, Hangzhou, Zhejiang 310016, China)

Abstract: The design of the main connection is an important link in the electric design of water power station. The key of the main connection design about small water power station connected with the electric network is that the main transformer number should be reasonably defined, because it directedly influences the total investment of electrical equipments and civil engineering about the water power station and the operation and management cost after completing water power station. By the actual design example of PingTou water power station, the synthetical analysis is completed to the power loss of transformer, annual energy loss, investment and so on, the reasonble transformer number is defined.

Key words: water power station; main transformer number; main connection mode design; annual energy loss