

# 秸秆粉碎机实际生产效能改进研究\*

车战斌, 乔胜

(北京惠众实科技有限公司, 北京市, 10080)

**摘要:**随着我国生物质能开发与利用地不断提高, 生物质颗粒燃料需求量逐年提高, 生物质颗粒燃料生产逐步向规模化、效益化方向发展, 秸秆等生物质的粉碎则至关重要。分析各种锤片式粉碎机在实际生产过程中的效能, 并与改进后的粉碎机效能进行对比, 以提高现有秸秆粉碎机效能, 逐步标准化各主要部件, 为生物质颗粒燃料规模化生产提供基础保障。

**关键词:** 生物质; 秸秆粉碎机; 效能

**中图分类号:** S226.8    **文献标识码:** A    **文章编号:** 2095-5553(2016) 04-0104-04

车战斌, 乔胜. 秸秆粉碎机实际生产效能改进研究[J]. 中国农机化学报, 2016, 37(4): 104~106, 133

Che Zhanbin, Qiao Sheng. Research on improvement in actual production performance of biomass straw mill [J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2016, 37(4): 104~106, 133

## 0 引言

我国是一个农业大国, 具有丰富的农作物秸秆资源。2013 年, 我国秸秆可收集量约 8.3 亿 t, 综合利用量约 6.4 亿 t, 大约有 1.9 亿 t 秸秆被废弃或焚烧, 其相当于 0.9 亿 tce, 农作物秸秆综合利用已成为重要课题<sup>[1]</sup>。

生物质颗粒燃料由粉碎的固体生物质原料通过成型机压缩成圆柱形的生物质固体成型燃料<sup>[2-3]</sup>, 尺寸较为单一、均匀, 可以实现自动进料连续燃烧, 是农作物秸秆综合利用的重要方向之一<sup>[4-6]</sup>。

农作物秸秆粉碎是生物质颗粒燃料生产的重要工序之一<sup>[7]</sup>, 亦是动力及劳动力消耗最大的工序<sup>[8-10]</sup>, 该工序好坏与否关系到生物质颗粒燃料的质量、产量和成本, 直接影响生物质颗粒规模化生产, 提高粉碎机效能是生物质颗粒燃料生产所面对的重要课题<sup>[11-14]</sup>。

本文针对实际生产过程中遇到的问题, 以实际生产过程中的数据为依据, 对生产过程中粉碎机的实际效能进行了分析, 并进行改进研究, 以提高现有秸秆粉碎机效能, 为生物质颗粒燃料规模化生产提供基础保障。

## 1 粉碎机效能现状分析

生物质颗粒燃料规格一般为 6~8mm, 主要发展方向为民用炊事炉、采暖炉以及中小型工业取暖炉。规模化生产过程中, 秸秆粉碎机筛板筛孔直径大于 6mm 时,

所粉碎的秸秆中粗纤维含量较多, 会导致颗粒成型的质量、产量下降; 而且在后期粉料料流自动化生产过程中会出现搭架、输送等一系列不利于规模化自动生产的问题, 因此, 粉碎工序筛板筛孔直径一般小于 6mm。

另外, 根据生物质颗粒燃料生产中对秸秆粉碎原料的粒度要求及长期实践经验, 当筛板筛孔直径为 3mm 时, 秸秆粉碎原料在秸秆颗粒生产环节的自动化输送过程中生产效率、质量等生产指标最佳<sup>[15]</sup>。但是当筛板筛孔直径为 3mm, 由于粉碎能耗增加, 秸秆粉碎成本增加较大。所以, 需对秸秆粉碎效能进行优化, 使其成本下降, 满足企业规模化生产降低成本的需求, 并使颗粒燃料价格具有竞争优势。

在国内主流锤片式秸秆粉碎机的基础上, 根据秸秆原料特性设计了以玉米秸秆为原料的粉碎机。设计的秸秆粉碎机型号分别为 Hizons—I26 型和 Hizons—II26 型粉碎机。其中, Hizons—I26 型为集切碎和粉碎一体机, 轴向旋转。Hizons—II26 型粉碎机为仅有粉碎功能的粉碎机, 径向旋转。

两种型号的粉碎机都是属于以玉米秸秆整秆为原料的粉碎机, 其基本参数如表 1 所示。Hizons—I26 型和 Hizons—II26 型两种粉碎机的粉碎效能对比如表 2 所示。

根据实际生产效能数据分析, 以使用玉米秸秆整秆粉碎为例, 两种粉碎机均存在两个主要问题: 其一粉碎效率较低, 每小时产量均低于 400kg; 其二, 能耗较

收稿日期: 2014 年 10 月 27 日    修回日期: 2014 年 12 月 1 日

\* 基金项目: “十二五”国家科技支撑项目(2012BAD30B02)

第一作者: 车战斌, 男, 1966 年生, 山西垣曲人; 研究方向为生物质成型燃料。E-mail: chezhanbin@163.com

高,Hizons—I26 型吨能耗大于 52kWh,Hizons—Ⅱ 26 吨能耗大于 60kWh。这两个问题的存在,导致玉米秸秆粉碎料的吨成本较高,直接生产成本≥110 元/t。

另外,由于玉米秸秆揉搓料在前期收割过程中泥沙含量较高,导致粉碎过程中堵塞筛板筛孔,使清理筛孔时间长、效率低,且由于粉料含沙量增加,导致颗粒机模板磨损较大,上述两种粉碎机均采用玉米秸秆整杆直接进行粉碎,以减少粉碎料中的含沙量。实践证明效果较好,粉碎机筛孔清理的时间可延长 1~2 倍。

表 1 Hizons 系列粉碎机基本参数

Tab. 1 Basic parameters of Hizons series biomass straw mill			
型号规格		Hizons—I26	Hizons—II26
转子直径/mm		505	465
粉碎室宽度/mm		1 020×330	1 250×630
主轴转速/(r·min <sup>-1</sup> )		2 200	2 200
锤片数量/片		4×6=24	4×18=72
配用动力/kW		26	26
电机型号		Y225M—4	Y225M—4
筛孔直径/mm		4	4
外型尺寸	长/mm	680	760
	宽/mm	360	720
	高/mm	950	1240
正常吸风量/(m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup> )		35	35

表 2 Hizons—I26 与 Hizons—Ⅱ 26 粉碎能耗对比

Tab. 2 Comparison of energy consumption between				
型号规格	Hizons—I26		Hizons—Ⅱ 26	
配用动力/kW	26(主轴电机 22、风机 4)			
产量/(kg·h <sup>-1</sup> )	≤350	≤400	≤300	≤350
筛板筛孔直径/mm	4	4	4	4
原料类型	揉搓料	整杆	揉搓料	整杆
能耗/(kW·h·t <sup>-1</sup> )	≥60	≥52	≥70	≥60
成本/(元·t <sup>-1</sup> )	≥110		≥110	

2 秸秆粉碎机改进研究

2.1 采用二次粉碎

由于玉米秸秆整杆直接进行一次粉碎效率较低,

通过将其粉碎过程改进为两次粉碎,以提高粉碎效率。即将玉米秸秆整杆进行一次粗粉(筛板筛孔直径 15mm),然后再将粗粉料进行细粉(筛板筛孔直径 3mm)。为此,在原有 Hizons—I26 型粉碎机基础上进行初步试验,安装筛板筛孔直径 15mm,进行整杆粗粉测试,试验发现其粉碎效率提升较快。

由于整杆运输费用较高,将原有 Hizons—I26 型粉碎机改装成移动式柴油粉碎机,将原有电机更换为 43kW 柴油发动机,并增加拖车机构,使其方便移动,开发了移动式 Hizons—Ⅲ 43 型粉碎机。

实验中发现,粗粉料二次粉碎时,由于原有粉碎机筛板面积较小,入料量较小,不能达到高效粉碎粗粉料特性,为了解决这个问题,自行设计出符合粗粉料粉碎特性 Hizons—IV62 型粉碎机,增加入料量,增加筛板面积,提高转速,以达到快速高效粉碎粗粉料目的。Hizons—IV62 型粉碎机与 Hizons—I26 型粉碎机配合使用,实现对玉米秸秆整杆的二次粉碎。

移动式 Hizons—Ⅲ 43 型粉碎机和 Hizons—IV62 型粉碎机的参数配比如表 3 所示。

表 3 采用二次粉碎参数配比表

Tab. 3 Basic parameters of using secondary pulverization			
型号规格		Hizons—Ⅲ 43	Hizons—IV 62
转子直径/mm		505	615
粉碎室宽度/mm		1 020×330	860×680
主轴转速/(r·min <sup>-1</sup> )		2 200	2 900
锤片数量/片		4×6=24	12×6=72
配用动力/kW		43	46
外型尺寸	长/mm	1 680	880
	宽/mm	852	715
	高/mm	1 400	1 030
正常吸风/(m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup> )		35	60
筛孔直径/mm		15	3

采用二次粉碎的粉碎效能对比如表 4 所示。

表 4 采用二次粉碎粉碎能效对比表

Tab. 4 Comparison of energy consumption for using secondary pulverization				
型号规格		Hizons—I26	Hizons—III43	Hizons—IV62
配用动力/kW		26(主轴电机 22、风机 4)		62(主轴电机 55、风机 7)
产量/(kg·h <sup>-1</sup> )		≤800		≤1 800
筛板筛孔直径/mm		15		3
原料类型		玉米秸秆整杆		玉米秸秆粗粉料
能耗		≥26kWh·t <sup>-1</sup>		≥27kWh·t <sup>-1</sup>
成本/(元·t <sup>-1</sup> )		≥80 (Hizons—I26+Hizons—IV62)		
		≥100 (Hizons—III43+Hizons—IV62)		

根据实际生产效能分析,与 Hizons—I26 与 Hizons—II26 粉碎机的一次粉碎相比,采用二次粉碎的生产效率有较大提高,以 Hizons—I26 和 Hizons—IV62 配合使用的效果来看,能耗为 $\geq 53\text{kWh/t}$ ,吨能耗降低 15%~25%。而且由于效率提高,人工成本降低,其粉碎直接生产成本 $\geq 80$  元/t,与 Hizons—I26 型粉碎机粉碎直接生产成本 $\geq 110$  元/t 相比,粉碎直接生产吨成本降低 27%,改善效果明显。

针对农户运输秸秆费用较高问题,采用 Hizons—III43 和 Hizons—IV62 配合使用,其粉碎直接生产成本 $\geq 100$  元/t,和原粉碎直接生产成本降低 9%,但考虑由于减少原材料收集成本中的运输成本,其优势较明显。

2.2 采用一次粉碎

针对直接收购的玉米秸秆整杆,降低粗粉料的转运成本,在 Hizons—IV62 型粉碎机基础上进行结构改进,开发出 Hizons—V62 型粉碎机。改进后的粉碎机增加了对整杆的揉搓功能,直接采用筛板筛孔直径 3mm 进行整杆细粉。参数配比表如表 5 所示。

表 5 Hizons—V62 参数配比表  
Tab. 5 Basic parameters of Hizons—V62

型号规格		Hizons—V62
转子直径/mm		680
粉碎室宽度/mm		900×780
主轴转速/(r·min <sup>-1</sup> )		2 900
锤片数量/片		12×6=72
配用动力/kW		62
外型尺寸	长/mm	900
	宽/mm	820
	高/mm	1 200
正常吸风量/(m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup> )		60
筛孔直径/mm		3

Hizons—V62 型粉碎机的粉碎效能如表 6 所示。

表 6 Hizons—V62 型粉碎机的粉碎效能  
Tab. 6 Energy consumption for Hizons—V62

型号规格		Hizons—V62
配用动力/kW		62(主轴电机 55、风机 7)
产量/(kg·h <sup>-1</sup> )		$\leq 1\,000$
筛板筛孔直径/mm		3
原料类型		玉米秸秆整杆
能耗/(kW·h·t <sup>-1</sup> )		$\geq 50$
成本/(元·t <sup>-1</sup> )		$\geq 65$

根据实际生产效能分析,其生产效率有较大提高。Hizons—V62 粉碎机的能耗为 $\geq 50\text{kWh/t}$ ,与 Hizons—II26 型粉碎机相比,吨能耗降低 15%~25%,而且由于单机效率提高,人工成本降低明显,其粉碎直接生产成本 $\geq$

65 元/t,较原粉碎直接生产成本 $\geq 110$  元/t,直接粉碎生产吨成本降低 40%,改善效果明显。

3 结语

随着我国农作物秸秆的开发与利用,生物质颗粒燃料的普及,企业规模化生产,粉碎工序的研究与创新急需重视和关注。优化现有设备,工作部件标准化,提高粉碎机效率、降低能耗,增强粉碎机的安全性,降低劳动强度和加工成本,增强颗粒加工企业市场竞争优势,从而进一步推动生物质能源的开发与利用。

参 考 文 献

[1] 田宜水, 孟海波. 农作物秸秆开发利用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.

[2] 王久臣, 戴林, 田宜水, 等. 中国生物质能产业发展现状及趋势分析[J]. 农业工程学报, 2007, 23(9): 276~282.  
Wang Jiuchen, Dai Lin, Tian Yishui, et al. Analysis of the development status and trends of biomass energy industry in China [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2007, 23(9): 276~282.

[3] 姚向军, 田宜水. 生物质能资源清洁转化利用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.

[4] 霍丽丽, 侯书林, 赵立欣, 等. 生物质固体成型燃料技术及设备研究进展[J]. 安全与环境学报, 2009, 9(6): 27~31.  
Huo Lili, Hou Shulin, Zhao Lixin, et al. Overview of the research advancements of solid biofuel-preparation technology and the corresponding facilities needed [J]. Journal of Safety and Environment, 2009, 9(6): 27~31.

[5] 张百良, 樊峰鸣, 李保谦, 等. 生物质成型燃料技术及产业化前景分析[J]. 河南农业大学学报, 2005, 39(1): 111~114.  
Zhang Bailiang, Fan Fengming, Li Baoqian, et al. Analysis of industrialization prospect of biomassbriquette technologies [J]. Journal of Henan Agricultural University, 2005, 39(1): 111~114.

[6] 陈永生, 沐森林, 朱德文, 等. 生物质成型燃料产业在我国的发展[J]. 太阳能学报, 2006, (4): 16~18.  
Chen Yongsheng, Mu Senlin, Zhu Dewen, et al. The development of biomass briquette industry in China [J]. Acta Energiae Solaris Sinica, 2006, (4): 16~18.

[7] 姚宗路, 田宜水, 孟海波, 等. 生物质固体成型燃料加工生产线及配套设备[J]. 农业工程学报, 2010, 26(9): 280~285.  
Yao Zonglu, Tian Yishui, Meng Haibo, et al. Production-line and corollary equipment of biomass solid fuel [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2010, 26(9): 280~285.

[8] 付机信. 9RC—50 型勾锤片式饲料揉碎机[J]. 农技服务, 2002, (5): 36.

[9] 王德福. MK90 型锤片式粉碎机性能试验[J]. 农业机械学报, 2005, 36(7): 155~157.

## 参 考 文 献

- [1] Kentfield J A C. Clavelle E J. The flow physics of the gurney flaps devices for improving turbine blade performance [J]. Wind Engineering, 1993, 17(1): 24~34.
- [2] Kentfield J A C. Influence of free-stream turbine intensity on the performance of gurney flap equipment wind turbines blades [J]. Wind Engineering, 1996, 20(2): 93~106.
- [3] 申振华, 于国亮. Gurney 襟翼对水平轴风力机性能影响的实验研究[J]. 太阳能学报, 2007, 28(2): 196~199.
- Shen Zhenhua, Wang Guoliang. Experimental investigation of effect of gurney flap on performance of horizontal wind turbine [J]. Acta Energiæ Solaris Sinica, 2007, 28(2): 196~199.
- [4] 赵万里, 刘沛清, 朱建勇, 等. Gurney 襟翼对风力机流动控制的数值研究[J]. 电网与清洁能源, 2011, 27(9): 95~92.
- Zhao Wanli, Liu Peiqing, Zhu Jianyong, et al. Numerical Simulation of the flow control using gurney flaps for a wind turbine. Power System and Clean Energy. 2011, 27(9): 85~92.

## Numerical simulation of the aerodynamic performance of the NH1500 blade equipped with Gurney flap

Wang Lihua, Zhang Chunyou

(College of Mechanical Engineering, Inner Mongolia University for the Nationalities, Tongliao, 028000, China)

**Abstract:** In this paper, a numerical simulation based on the NH1500 blade equipped with Gurney flap is presented. The height of the Gurney flap is 4 percent of the local chord length of the blade. Analysis influence of Gurney flap under different wind speed by CFD and Comparison with experimental prototype aerodynamic performance of the NH1500 blade. The mechanism of the Gurney flap on wind turbine blade is also discussed in this paper. The result shows that, equipping of Gurney flap increase the efficiency of the wind turbine.

**Keywords:** wind turbine; gurney flap; CFD; aerodynamic performance; flow control

(上接第 106 页)

- Wang Defu. Study on MK90 type hammer-shapergrinder [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2005, 36(7): 155~157.
- [10] 唐敬麟. 破碎与筛分机械设计选用手册[K]. 北京: 化学工业出版社, 2001.
- [11] 庞声海. 饲料加工机械使用与维修[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [12] 陶珍东. 粉体工程与设备[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [13] 王与, 王顺喜. 玉米饲料粉碎机发展现状分析[J]. 粮食与饲料工业, 2007, (10): 16~22.
- [14] 王与, 王顺喜. 饲料粉碎机发展现状分析[J]. 粮食与饲料工业, 2007, (10): 29~32.
- Wang Yu, Wang Shunxi. The development status analysis of the feed mill [J]. Cereal and Feed Industry, 2007, (10): 29~32.
- [15] 刘晃. 我国饲料粉碎机的现状与发展[J]. 渔业现代化, 2004, 3(1): 42~43.
- Liu Huang. The current situation and development of China's feed mill [J]. Fishery Modernization, 2004, 3(1): 42~43.

## Research on improvement in actual production performance of biomass straw mill

Che Zhangbin, Qiao Sheng

(Beijing HIGHZONGS Technology Co. Ltd., Beijing, 10080, China)

**Abstract:** Along with continuously improving the biomass energy exploitation and utilization in our country, biomass granule product demand increased year by year, biomass pellet production links gradually to scale and benefit, the crushing of biomass are very important. This paper mainly discusses in the actual production process, compared with the effectiveness of the improved mill, in order to improve the effectiveness of existing straw mill. Improving straw pellets efficiency, it was standardized of the main parts gradually and provided basic guarantee for a large-scale production.

**Keywords:** biomass; straw mill; efficiency