

## 油菜清选装置筛面气流场的分布规律研究

唐伦<sup>1</sup>, 官春云<sup>2</sup>, 吴明亮<sup>1\*</sup>, 罗海峰<sup>1</sup>, 汤楚宙<sup>1</sup>

(1.湖南农业大学 工学院, 湖南 长沙 410128; 2.国家油料改良中心 湖南分中心, 湖南 长沙 410128)

**摘 要:** 为探明油菜清选装置振动筛筛面上的气流场分布规律,对穿上筛面的风速进行了测定。结果表明:沿筛面横向方向气流基本保持稳定,沿纵向方向各行风速从大到小排列为第 5 行、第 3 行、第 2 行和第 4 行。利用 1stOpt 软件对测得的风速值进行拟合,得到了不同风机转速条件下上筛面的风速分布方程,通过 Matlab 软件对方程绘图发现,气流分布大致呈前高、中部略有下降和尾部再次上升的趋势,且风机转速主要对通过筛面的气流速度产生影响,而对筛面上气流场的分布几乎没有影响。

**关 键 词:** 油菜清选装置; 振动筛; 气流场; 分布

中图分类号: S226.5 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2011)01-0107-04

## Distribution rules of airflow field in rape cleaning device

TANG Lun<sup>1</sup>, GUAN Chun-yun<sup>2</sup>, WU Ming-liang<sup>1\*</sup>, LUO Hai-feng<sup>1</sup>, TANG Chu-zhou<sup>1</sup>

(1.College of Engineering, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2. Hunan Branch, National Center of Oilseed Crops Improvement, Changsha 410128, China)

**Abstract:** For studying airflow field distribution rules on vibrating screener's surface, the airflow running through the up sieve surface were measured. Results indicate that the airflow is stable along horizontal direction, and the sequence of wind speed of each lines, from the largest to the smallest in size, is fifth row, third row, second row and fourth row along the longitudinal direction. By using 1stOpt software, to fit the wind speed values, and the wind speed distribution equation of up sieve surface under different fan speeds was obtained. Using Matlab software to convert the equation to the surface diagram, indicated that the airflow distribution tends to rise at first, slightly decline at middle part, and rise again at the end in general, and the fan rotation speed of fan mainly affect the size of the airflow velocity of up sieve and almost has no effect on the distribution of airflow field of the entire.

**Key words:** rape cleaning mechanism; vibrating screen; airflow filed; distribution

清选装置是联合收割机的关键部件之一。目前,国内联合收割机所使用的清选装置主要有风机加振动筛和风机加圆筒筛两类,其中以双风机加双层振动筛的清选方式使用最为广泛<sup>[1-2]</sup>。清选室内气流场的分布以及振动筛的结构参数和运动参数对清洁率和损失率有着重要影响;因此,对气流场

进行研究,了解气流在清选筛面上的分布规律,对风机和清选装置的运动和结构参数进行优化改进具有重要参考价值<sup>[3]</sup>。林恒善<sup>[4]</sup>运用流体工程仿真软件对气流场进行了数值模拟,绘制了气流速度分布等值线图和矢量图,研究了气流对清选效果的影响。成芳等<sup>[5]</sup>通过毕托管将筛面上测得的动压值换

收稿日期: 2010-07-26

基金项目: 国家科技支撑项目(2010BAD01B06); 现代油菜产业技术体系项目(nycytx00509); 湖南省科学技术厅重大专项(2009FJ1006-2); 长沙市科技局重点项目(k0901079-21)

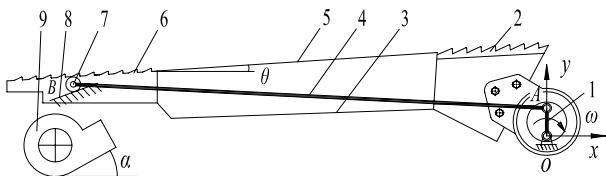
作者简介: 唐伦(1984—),男,湖南东安人,博士,主要从事农业机械设计与试验研究, yvhygatb@163.com; \*通信作者, mingliangwu0218@sohu.com

算成风速，对筛面上的气流场进行了研究。从已有研究<sup>[6-8]</sup>看，目前对清选室内气流场的研究基本处于定性分析阶段，对清选室内理想气流场的分布规律还没有准确描述。笔者利用风速测量仪对通过上筛面的风速进行测定，得到了上筛面气流分布的曲面方程，并采用 Matlab 软件对曲面方程进行绘图，对上筛面气流场的分布规律进行了分析。

### 1 清选装置构成与清选理论分析

#### 1.1 清选装置构成

清选装置中振动筛的常用驱动机构主要有曲柄摇杆机构和曲柄滑块机构 2 种类型。本试验研究的碧浪-160 型油菜联合收割机清选装置所采用的驱动机构为曲柄滑块机构。该清选装置主要由曲柄、逐稿器、下筛、连杆、上筛、推送板、滑块、滑轨及离心风机等组成，结构简图如图 1 所示。其中上筛为长 640 mm、宽 960 mm 的鱼鳞筛，下筛为筛孔 6 mm×6 mm、长 490 mm、宽 960 mm 的编织筛，筛面与水平面夹角  $\theta = 5^\circ$ ，风机出风口与水平面夹角  $\alpha = 25^\circ$ ，离心风机叶轮长 1 m，外壳直径为 400 mm。



1 曲柄；2 逐稿器；3 下筛；4 连杆；5 上筛；6 推送板；7 滑块；8 滑轨；9 离心风机。

图 1 清选装置结构简图

Fig.1 Structure schematic of cleaning device

#### 1.2 清选理论分析

理论上，进行油菜清选时籽粒与杂物之间的空气动力学特性以及物理特性不同，单独依靠气流或振动筛的作用难以实现籽粒与杂物之间很好的分离<sup>[9-11]</sup>。为了使籽粒与杂物有较好的分离，要求在振动筛的前部脱出物向后滑动和跃起较大，而在筛面的后部跃起较小；在气流分布上，由于振动筛前端物料层较厚，为了保证能将物料层吹散以及将轻质杂物直接吹出机外，前部所需的气流量和风速较大。在筛子中部，随着脱出物不断向后输送，物料层逐渐变薄，为避免中部风速过高将油菜籽粒吹出

机外造成损失，中段风速应相应有所下降。在振动筛尾部由于大部分都为大杂质，为避免风速降低杂质进入回收机构，筛子尾部风速应有所提高<sup>[12]</sup>。总的气流分布应呈前端高，中部有所下降，尾部再次提高的趋势<sup>[13]</sup>。

### 2 筛面风速测定

#### 2.1 测量设备

泰仪电子股份有限公司生产的 AVM-05/AVM-07 型风速风量测量仪。该测量仪具有单点法、2/3 最大值法和平均测量法 3 种测量方法。

#### 2.2 测定方法

为研究风机转速对上筛面气流场的影响，在风机倾角  $20^\circ$ 、振动筛无负荷工作、鱼鳞筛开度和振动筛的上下筛面组合方式不变的情况下，根据清选装置实际工作中风机的转速范围，在风机转速分别为 925, 1 055 和 1 190 r/min 时，采用单点测量法对通过筛面的风速进行测定。测定前首先将上筛沿横向方向均分 10 等份，沿纵向方向均分 6 等份，定义第 5 列向右为  $x$  轴正方向，上筛前端缘沿横向方向向上为  $y$  轴正方向，上筛面 45 个测点的分布及坐标系如图 2 所示。测量时将风速测量仪绑定在一根带有刻度的木棒上，根据图 2 中定义的坐标系及木棒上的刻度，将测量仪依次放在上筛面的各测量点上，1 min 后，在电脑的程序界面上直接读取该测量点 1 min 内的风速平均值。

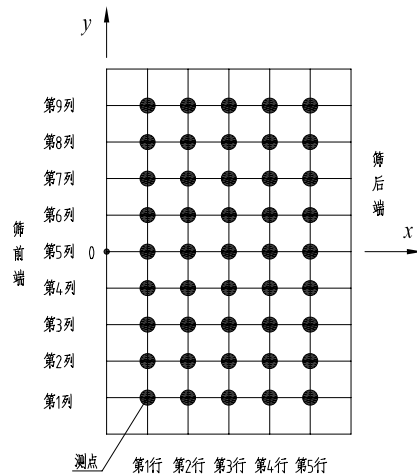


图 2 测点分布图

Fig.2 Measuring point distributing

2.3 测量结果

不同风机转速下各测点的测量结果列于表 1。由于上筛面第 1 行测量点被挡板挡住，测量时数据全为零，在表中没有给出，并且第 1 列和第 9 列比

较靠边，风速值与同行其他列的风速值相比普遍有所下降，清选时可能对清洁率及损失率造成一定的影响。

表 1 不同风机转速下各测点的风速值

Table 1 The wind speed's value of every measure points under different rotate speed m/s

列	v <sub>1</sub>				v <sub>2</sub>				v <sub>3</sub>			
	第 2 行	第 3 行	第 4 行	第 5 行	第 2 行	第 3 行	第 4 行	第 5 行	第 2 行	第 3 行	第 4 行	第 5 行
1	4.81	5.06	3.87	6.09	5.49	5.81	3.89	7.43	6.42	7.17	4.81	8.62
2	4.94	5.76	3.82	6.25	5.43	6.33	4.15	7.62	6.39	7.26	4.78	8.71
3	4.88	5.54	3.87	6.19	5.38	6.39	4.25	7.35	6.63	7.23	5.32	8.80
4	4.78	5.20	3.79	6.81	5.34	6.54	4.31	7.79	6.38	7.59	5.07	8.64
5	4.83	5.37	3.85	6.50	5.40	6.48	4.24	7.75	6.52	7.73	5.55	8.57
6	4.92	5.09	3.52	6.45	5.34	6.41	4.23	7.88	6.99	7.90	5.63	8.61
7	4.75	5.78	3.68	6.26	5.43	6.68	4.18	7.63	6.74	8.05	5.17	8.73
8	4.87	5.46	3.72	6.25	5.38	6.62	4.05	7.54	7.10	7.77	5.79	8.03
9	4.76	5.54	3.60	6.04	5.37	6.50	4.39	7.62	6.38	7.54	5.38	8.20

v<sub>1</sub>、v<sub>2</sub>、v<sub>3</sub> 分别为风机转速 925、1 055、1 190 r/min 时测得的风速。

从表 1 可以看出，横向气流基本保持稳定，相差最大的时候出现在风机转速 1 190 r/min 时的第 4 行，最大差值为 1.01 m/s。总的来看，各行的风速大小依次为第 5 行、第 3 行、第 2 行和第 4 行。

3 筛面风速方程拟合

分别在 3 种风机转速下，在 1stOpt 软件中输入“data ;”命令，将筛面上第 1 个测点到第 36 个测点的 x、y 坐标值以及对应的风速值依次输入软件中，采用准牛顿法和通用全局优化法对输入的数据进行快速公式拟合搜索，得到的风速拟合方程为：

$$z = \left( \lambda_1 + \lambda_2 x + \lambda_3 x^2 + \lambda_4 x^3 + \lambda_5 y + \lambda_6 y^2 \right) \times \left( 1 + \lambda_7 x + \lambda_8 y + \lambda_9 y^2 \right)^{-1} \quad (1)$$

其中，z 为风速值；x 为测点的行坐标值；y 为测点的列坐标值；λ<sub>i</sub> 为拟合方程系数值。把不同风机转速情况下拟合方程中 λ<sub>1</sub> ~ λ<sub>9</sub> 的系数值取小数点后 4 位代入拟合方程(1) 得出在风机转速 925、1 055 和 1 190 r/min 时的风速曲面方程分别为：

$$z_1 = (-42\ 333.906\ 3 + 414.357\ 6x - 1.186\ 6x^2 + 0.001\ 1x^3 - 1.169\ 6y + 0.006\ 8y^2) / (1 + 2.818\ 7x - 0.224\ 3y + 0.001\ 5y^2) \quad (2)$$

$$z_2 = (-32\ 626.189\ 6 + 316.053\ 2x - 0.904\ 6x^2 + 0.000\ 8x^3 - 0.370\ 6y + 0.002\ 0y^2) / (1 + 1.626\ 6x - 0.088\ 2y + 0.000\ 4y^2) \quad (3)$$

$$z_3 = (-37\ 284.092\ 4 + 364.391\ 1x - 1.036\ 2x^2 + 0.001\ 0x^3 + 2.153\ 7y + 0.002\ 9y^2) / (1 + 1.895\ 6x + 0.271\ 1y + 0.000\ 6y^2) \quad (4)$$

从得到的拟合方程可看出，3 种不同转速情况下的拟合方程具有相同的形式，不同的只是方程系数，且变量 y 前面的系数都较小，表明函数值 z 的大小沿筛面横向方向变化不大，主要沿筛面纵向方向起伏变化。采用 Matlab 软件对 3 个风速曲面方程绘图<sup>[14]</sup>(图 3)。

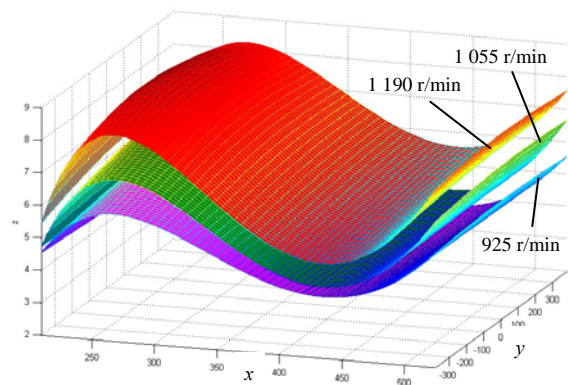


图 3 筛面风速函数拟合曲面

Fig.3 Shaker surface wind speed function fitting surface

从图3可看出,随着风机转速的增大,整个上筛面的风速随着增大,且都保持前高、中部有所下降和尾部再次提升的趋势,即风机转速主要影响筛面上风速的大小,而对整个气流场的分布规律几乎没有影响。

#### 4 结 论

a. 振动筛上筛面横向气流基本保持稳定,相差的最大值为 1.01 m/s。前部气流量和风速较大,能保证将物料层吹散以及将轻质杂物直接吹出机外,在筛子中部,物料层逐渐变薄,中段风速相应有所下降,而在筛子尾部由于大部分为较大杂质,因此筛子尾部风速有所提高,各行风速从大到小依次为第5行、第3行、第2行和第4行,与理想气流场的分布基本吻合。

b. 利用 1stOpt 软件的准牛顿法和通用全局优化法进行快速公式拟合搜索得到了不同风机转速下上筛面的风速函数方程。

c. 风机转速主要影响筛面上风速大小,而对整个气流场的分布规律影响甚微。

#### 参考文献:

- [1] 许绮川,周勇.关于加快发展油菜收获机械化的思考[J].中国农机化,2008(2):54-56.
- [2] 吴明亮,罗海峰,汤楚宙,等.我国油菜生产机械化的现状与对策[J].农业技术与装备,2009(5):29-30,

- [3] 王智华.油菜联合收割机风筛式清选装置清选性能的研究[D].镇江:江苏大学机械工程学院,2006.
- [4] 林恒善.油菜的风筛式清选气流场的试验研究和数值模拟[D].镇江:江苏大学机械工程学院,2005.
- [5] 成芳,王俊.风筛式清选装置筛上气流场的试验研究[J].农业工程学报,1999,15(1):55-58.
- [6] 孙进,李耀明,徐立章.油菜联合收割机清选装置研究动态和技术分析[J].农机化研究,2006(6):62-64.
- [7] 李耀明,邓玲黎,丁为民,等.小型联合收割机清选装置的技术分析[J].农机化研究,2004(3):55-56.
- [8] 王庆祝.高速气流清选农作物籽粒的探讨[J].河北职业技术学院学报,2002(4):44-48.
- [9] 李耀明,赵湛,陈进,等.风筛式清选装置上物料的非线性运动规律[J].农业工程学报,2007,23(11):142-146.
- [10] 邓春香,向建化,陶栋材,等.谷物清选风车中振动筛的曲柄转速和半径优选[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2006,32(2):199-202.
- [11] 邓春香.谷物清选风车运动学与动力学特性研究及参数优化[D].长沙:湖南农业大学工学院,2005.
- [12] 董国华,杨益.筛面气流的分布状态对清选谷粒混合物的影响[J].农业机械学报,1982,13(3):16-28.
- [13] 杜文勇,黄海东,樊啟洲.ANSYS在油菜联合收割机清选机构气流场中的应用[J].农机化研究,2007(10):174-175,178.
- [14] 陈焱光,毛涛涛,王正林,等.精通 MATLAB GUI 设计[M].北京:电子工业出版社,2008:70-98.

责任编辑:刘目前

英文编辑:罗文翠