

文章编号: 1674-5566(2018)05-0703-07

DOI:10.12024/jsou.20180202217

精准投饲机送料精度仿真与分析

张丽珍, 杨朦朦, 胡庆松, 姜 波

(上海海洋大学 工程学院, 上海 201306)

摘 要: 针对上海海洋大学研制的精准投饲机, 运用 CFX 仿真分析结合单因素试验和正交试验, 研究了投饲机送料管筒的倾角和长度以及饲料在管筒入口速度对测量精度的影响。单因素试验发现精准投饲机称重装置测得的饲料质量流量受送料管筒的倾角 α 、筒长 L 以及管筒入口处的饲料速度 v_0 影响; 以此为依据设计的正交试验得到精准投饲机送料管筒的最佳参数应为: 送料管筒倾角为 38° , 筒长为 410 mm, 管筒入口处的饲料速度为 0.32 m/s, 在这样的参数下能获得最好的测量精度; 由极差分析得到各结构参数对测量精度影响的主次顺序, 送料管筒入口处的饲料速度是影响测量精度的最主要因素, 送料管筒安装倾角对精度的影响次之, 送料管筒筒长对精度的影响最小。

关键词: 投饲机; 精度; 正交试验; ANSYS CFX; 仿真分析

中图分类号: S 951.2 **文献标志码:** A

池塘养殖控制成本的主要方式之一是饲料投喂量的控制^[1-2]。投喂量不足, 会导致养殖对象个头瘦小、生长缓慢, 影响产量、降低经济效益; 而饲料的过量投喂, 不仅浪费资源, 而且多余的残料会污染水体, 严重的情况下会导致养殖对象的大面积死亡, 造成巨大的经济损失^[3-4]。鱼虾生长所需的饲料量是随着水质的温度、溶氧量、pH 等水质参数以及生长阶段不断变化的, 因此需要投饲机能够精准地投喂养殖所需的饲料量。精准化是解决这一问题的有效途径, 国内学者对精准化投喂进行了研究, 如池塘养殖远程精准化自动投饲系统和新型自动投饲系统的研发, 计重投喂称重平台和转盘计量系统装置的研制等^[5-8], 但这些研究大多针对的是投饲系统的精准化, 在投饲执行机构方面的精准性还有待深入研究。为了满足水产养殖固定岸基式精准投喂的需要, 上海海洋大学设计了一种在传统抛料投饲机上加装称重压力传感器的精准投饲机^[9], 通过安装在测量板下的称重传感器, 将饲料在测量板上产生的压力信号转换成饲料质量。压力传感器的动态测量精度是一个关键因素, 颗粒饲料在送料管筒内的气固两相流的运动情况会直接

影响饲料作用在测量板上的压力大小, 进而影响投饲精度, 目前还没有国内外学者对此类精准投饲机进行相关研究。本文以上海海洋大学研制的精准送料投饲机的送料管筒及传感器的测量板为研究对象, 研究投饲机送料过程中, 管筒内气固两相流流场流动特性, 应用流固耦合理论, 建立气固两相流模型, 运用 ANSYS CFX 流体仿真模块进行数值模拟^[10-13], 分析在不同送料管筒倾角和长度以及饲料在管筒入口处的速度下, 饲料作用在称重压力传感器测量板上的压力和饲料在管筒出口处的质量流量的变化情况。

1 精准投饲机精准投喂的方案

1.1 精准称重投喂方法

上海海洋大学设计的精准送料投饲机整体结构如图 1(a) 所示, 由料箱、机架、送料装置、称重装置、抛料装置和控制盒组成, 送料装置是传统的螺旋输送方式, 抛料装置采用离心式抛料盘。称重装置位于送料装置和抛料装置之间, 包含送料管筒、称重压力传感器和测量板, 称重压力传感器安装在测量板下方, 结构如图 1(b) 所示。颗粒饲料经过送料装置以一定速度从入口

收稿日期: 2018-02-05 修回日期: 2018-05-20

基金项目: 上海市虾类产业技术体系建设项目[沪农科产字(2014)第 5 号]; 上海市科技创新行动计划(14111103900)

作者简介: 张丽珍(1967—), 女, 博士, 教授, 研究方向为渔业机械和海洋装备。E-mail: lzzhang@shou.edu.cn

进入送料管筒,并在管筒内部形成空气和固体颗粒的气固两相流,当饲料经过测量板时,饲料在测量板上产生压力,称重压力传感器将压力信号转换成电压信号^[14],送至控制盒内的 PLC 进行

累计,待投喂量达到设定值时停止投喂。假设从送料管筒流出的饲料全部由抛料盘抛洒出去,所以称重装置测得的重量就是投喂量。

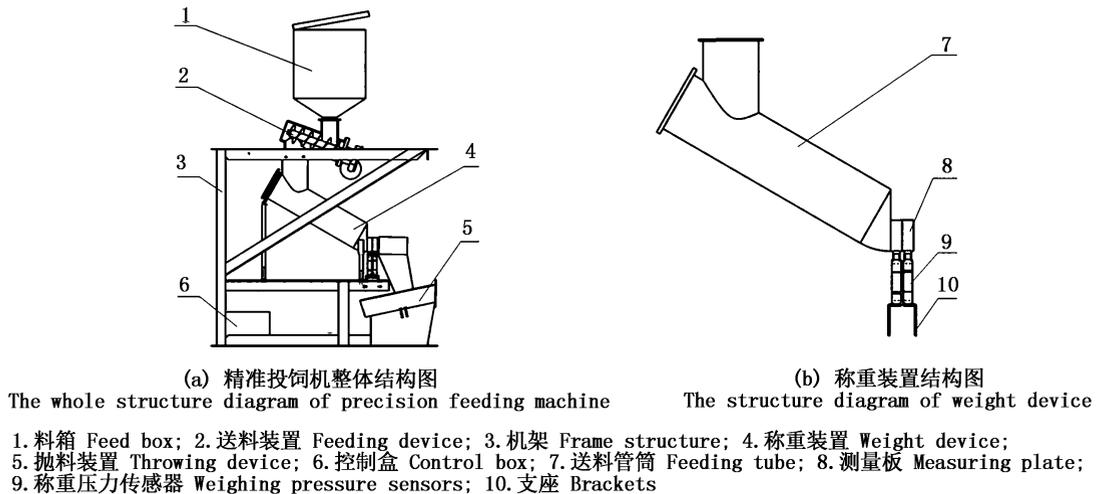


图 1 精准投料机结构图

Fig. 1 The structure diagram of precision feeding machine

1.2 称重装置测量精度的因素分析

称重压力传感器通过感知饲料经过测量板时产生的压力来进行工作,为了了解影响饲料通过测量板产生压力的因素,对称重装置内饲料的运动情况进行分析。图 2 所示为称重装置内饲料颗粒运动分析模型,该模型中 L 和 α 为送料管筒的长度和管筒与水平方向的安装倾角。

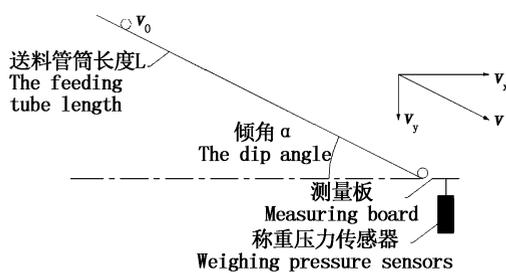


图 2 称重装置内运动分析模型

Fig. 2 The motion analysis model of weighing device

饲料颗粒以初始速度 v_0 进入送料管筒,到达管筒底部的速度为 v ,该速度在水平和垂直方向上的分量为 v_x 和 v_y 。

根据能量守恒定律,可得:

$$MgL \sin\alpha = \frac{1}{2} M(v^2 - v_0^2) \quad (1)$$

$$\text{则 } v = \sqrt{2gL \sin\alpha + v_0^2} \quad (2)$$

式中: M 为进入管筒称重的饲料质量; g 为重力加速度,当管筒材料确定时,管壁对颗粒的摩擦力为定值,在分析影响测量板压力的因素时可以忽略过程损失以简化计算。

假设在 t 时刻,进入送料管筒的颗粒饲料的质量为 $M(t)$,称重压力传感器瞬时测量值为 $N(t)$, $N(t)$ 由两部分组成,一部分为颗粒饲料垂直方向引起的冲击力 $F(t)$,另一部分为进入送料管筒的颗粒饲料 $M(t)$ 中作用在测量板上的饲料自身的质量 $M_1(t)$,则有以下方程:

$$N(t) = M_1(t) + \frac{F(t)}{g} \quad (3)$$

当质量为 $M(t)$ 的饲料由送料管筒进入测量板时,在垂直向下方向具有的动量为 $M(t) v_y(t)$,此动量在物料进入测量板后变为 0。设饲料完全进入测量板的时间为 Δt ,饲料对测量板的平均冲量为 \bar{F} ,由动量定理得^[15]:

$$\bar{F}\Delta t = M(t) v_y(t) \quad (4)$$

则平均冲击力为:

$$\bar{F} = \frac{M(t) v_y(t)}{\Delta t} \quad (5)$$

$\Delta t \rightarrow 0$ 时便得到瞬时冲击力 $F(t)$ 为:

$$F(t) = q(t) v_y(t) \quad (6)$$

式中: $q(t)$ 表示质量流量。

则 $q(t)$ 可近似表达为:

$$q(t) = \frac{F(t)}{v_y(t)} \quad (7)$$

将式(2)、式(3)代入式(7),得

$$q(t) = \frac{[N(t) - M_1(t)]g}{\sin\alpha\sqrt{2gL\sin\alpha + v_0^2}} \quad (8)$$

在 $0 \sim t$ 时间内,被测饲料的总质量又可表示为:

$$M(t) = \int_0^t q(\tau) d\tau \quad (9)$$

由式(8)、式(9)可知,送料管筒长度 L 、送料管筒和水平面的倾角以及管筒入口处的饲料速度 v_0 对被测颗粒饲料的总质量 $M(t)$ 产生直接影响。称重压力传感器感知到的质量与实际颗粒饲料质量是否一致,是实现精准的关键。为了得到送料管筒长度 L 、倾角 α 以及管筒入口处的饲料速度 v_0 对测得的饲料质量的影响规律,使用 ANSYS Workbench 有限元分析软件中的 ANSYS CFX 模块进行仿真分析^[16]。

2 仿真模型建立

用三维建模软件 Solidworks 建立了送料管筒和测量板的三维实体模型,如图 3 所示。运用 ANSYS Workbench 建立分析项目,对模型进行有限元分析。

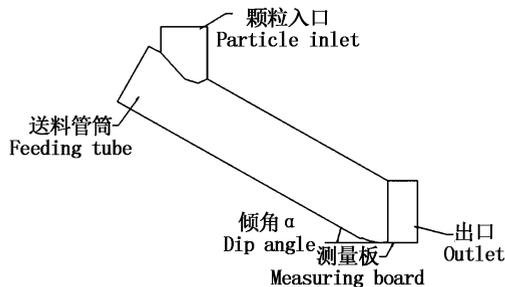


图 3 送料管筒数值模型图

Fig. 3 The numerical model diagram of feeding tube

网格设置为 Tetrahedrons,即采用 4 节点四面体单元对管道与流体划分网格,得到的有限元网格模型如图 4 所示。每个模型的网格划分依据一样,由于管筒长度以及倾斜角度的不同,网格总数略有差别,总数为 40 000 左右。

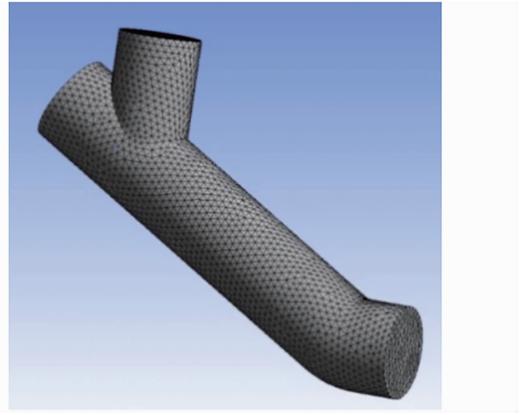


图 4 网格模型

Fig. 4 Grid model

仿真条件设置:气相为 25 °C 空气,连续流体,气相密度 1.185 kg/m^3 ,动力黏度 $2.28 \times 10^{-5} \text{ (Pa} \cdot \text{s)}$ 。壁面条件采用无滑移边界条件,壁面类型选择为粗糙壁面,粗糙度 0.02 mm 。固相颗粒平均直径 1.5 mm ,密度 610 kg/m^3 ,送料管筒入口质量流量 0.105 kg/s ,颗粒间碰撞系数 0.95 ,颗粒与管壁碰撞系数 0.5 。为了简化流场计算,做以下假设:

(1)滑道内气体为均匀空气,且处于常温常压状态下;(2)饲料颗粒之间不存在碰撞、挤压等作用;(3)流动过程为绝热过程,不考虑密闭空间(包括壁面)的热交换,考虑能量守恒方程;(4)管内为定常流动不可压缩流体;(5)分别设定两种颗粒模型,一种主要用来模拟颗粒对流场的影响,采用完全耦合,另一种主要用来模拟颗粒对管内壁的影响,采用单相耦合。

3 正交仿真实验方案

精准投饲机在工作时通过传感器将饲料作用在测量板上的压力转换成电压信号送到 PLC 进行累计,然后通过传感器的标定公式计算得到投喂量。由于在仿真中只能获得饲料作用在测量板上的压力,无法直接获得饲料质量,但能获得送料管筒出口处的饲料质量流量,在投饲的过程中我们希望投饲机拥有较高的投饲效率,即出料是顺畅的,料不会堆积在料筒中。那么出料口流量等于进料口流量时就说明出料是顺畅的,料不会堆积;另一方面,出料口流量等于进料口流量时,通过压力传感器检测的压力转换成的饲料质量等于实际的投饲量,此时的压力值对于今后

的实验有一定的参考作用。因此利用 CFX 计算时,选取饲料作用在测量板上的压力 p 和管筒出口饲料质量流量 q 为对象进行仿真。

由前面称重装置测量精度的因素分析结果可知,送料管筒的倾角、筒长 L 和入口处饲料的速度 v_0 均会影响投饲机的测量精度,且相互影响,因此采用正交试验的方法设计试验方案,在不影响试验质量的前提下减少试验次数^[17-18]。

3.1 单因素试验仿真

为合理选取结构参数水平范围,正交试验前需要先进行单因素试验。本文研究的精准投饲机是在普通螺旋输送、离心抛料投饲机的基础上改进而来,受现有结构的限制,送料管筒的筒长 L 在 300~500 mm 范围、倾角 α 在 $15^\circ \sim 75^\circ$ 范围之内变化,而入口处饲料的速度可由送料装置的转速大小进行调节,处在 0.1~0.5 m/s 之间。为了得到优化的精准投饲机管筒结构尺寸,利用 CFX 分别计算在送料管筒不同筒长、倾角以及在入口处不同饲料速度下的饲料作用在测量板上的压力 p 和管筒出口饲料质量流量 q ,计算结果如图 5~7 所示。

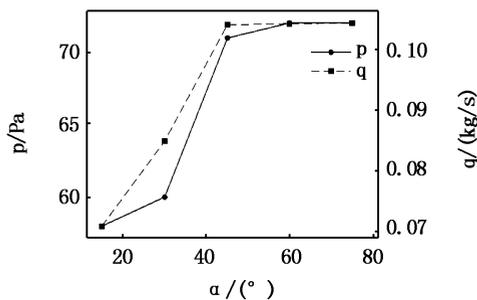


图 5 饲料作用在测量板上的压力和管筒出口饲料质量流量随倾角的变化

Fig. 5 The pressure on the measuring plate and outlet feed mass flow rates varies with the dip angle

由图 5~图 7 可知,在单因素试验下,该精准投饲机送料管筒的相关参数分别在下述范围时,管筒出口处的质量流量接近于入口处的饲料质量流量 0.105 kg/s: 倾角 $\alpha = 38^\circ \sim 42^\circ$, 筒长 $L = 390 \sim 410$ mm, 管筒入口速度 $v_0 = 0.28 \sim 0.32$ m/s, 这为正交仿真试验因素水平的设定提供了依据。

3.2 正交试验方案设计

根据单因素仿真试验结果,设计三因素三水平(倾角 α 、筒长 L 、管筒入口处的饲料速度 v_0)

正交试验。水平因素和正交试验表分别如表 1 和表 2 所示。

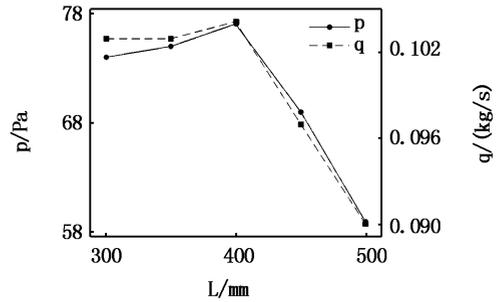


图 6 饲料作用在测量板上的压力和管筒出口饲料质量流量随筒长的变化

Fig. 6 The pressure on the measuring plate and outlet feed mass flow rates varies with the tube length

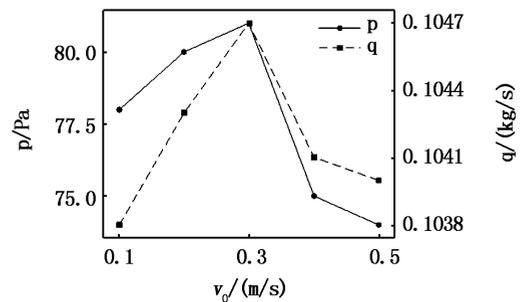


图 7 饲料作用在测量板上的压力和管筒出口饲料质量流量随管筒入口速度的变化

Fig. 7 The pressure on the measuring plate and outlet feed mass flow rates varies with the tube inlet velocity

表 1 送料管筒相关参数正交试验水平因素

Tab. 1 Orthogonal experiment level factor of the related parameters of feeding tube

参数 Parameter	符号 Symbol	1	2	3
倾角/ (α°) Angle	A	38	40	42
筒长 L/mm Length	B	390	400	410
入口速度 $v_0 / (\text{m/s})$ Access port velocity	C	0.28	0.30	0.32

4 正交试验仿真结果及分析

由 CFX 计算各试验组的管筒出口处的饲料质量流量以及相对误差如表 3 所示,表中的相对误差指的是出口与入口处的饲料质量流量之差与入口质量流量的比值。

表 2 正交试验表

Tab.2 The orthogonal experiment table

试验号 Test no.	A	B	C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

表 3 正交试验结果

Tab.3 Orthogonal experiment results

试验组号 Experimental group	出口质量流量 q/(kg/s) Outlet mass flow	相对误差 Relative error
1	0.103 4	1.52%
2	0.104 1	0.85%
3	0.104 5	0.48%
4	0.104 3	0.67%
5	0.103 5	1.43%
6	0.103 7	1.24%
7	0.103 9	1.04%
8	0.104 2	0.76%
9	0.104 1	0.85%

相对误差越小,说明测量结果越精准。由表 3 可知,第 3 方案的相对误差最小,即送料管筒倾角为 38°、筒长为 410 mm 和管筒入口处饲料的速度 0.32 m/s 为最佳值。

为得到各结构参数对测量精准度影响的主次顺序,需对表 3 中的数据进行极差分析,表 4 即为极差分析方案。 k_{jm} 表示第 j 列因数 m 水平所对应的试验指标之和。 K_{jm} 为 k_{jm} 的平均值。极差 R_j 反映因素水平变化对指标影响范围的大小,极差越大,说明在该因素下所选的水平数对指标的影响越大,反映该因素的水平变化对试验指标的影响越大,该因素越重要^[18-19]。出入口饲料质量流量差值的极差分析结果如表 5 所示。

由表 5 可知:管筒入口处饲料的速度 v_0 所对应的极差 R_c 最大,其次是管筒倾角 所对应的极差 R_A ,最小的是筒长 L 所对应的极差 R_B 。因此管筒入口处的饲料速度是影响测量精度的最主要因素,其次为管筒倾角。综上可知影响测量精度的主次顺序分别是:管筒入口处的饲料速度 > 倾角 > 筒长。

表 4 极差分析方案

Tab.4 Range analysis plan

k_{jm}, K_{jm}, R_j	A	B	C
$K_{jm} = k_{jm}/3$	k_{A1}	k_{B1}	k_{C1}
	k_{A1}	k_{B3}	k_{C3}
	k_{A1}	k_{B2}	k_{C2}
$R_j = K_j \cdot \max - K_j \cdot \min$	k_{A2}	k_{B1}	k_{C2}
	k_{A2}	k_{B2}	k_{C3}
	k_{A2}	k_{B3}	k_{C1}
	k_{A3}	k_{B1}	k_{C3}
	k_{A3}	k_{B2}	k_{C1}
	k_{A3}	k_{B3}	k_{C2}

表 5 出入口饲料质量流量差值的极差分析

Tab.5 Poor analysis of the difference of inlet and outlet feed mass flow rate

项目 Project	A	B	C
K_1	0.001 0	0.001 1	0.001 2
K_2	0.001 1	0.001 0	0.000 8
K_3	0.000 9	0.000 9	0.001 0
R	0.000 3	0.000 2	0.000 4
	$K_2 > K_1 > K_3$	$K_1 > K_2 > K_3$	$K_1 > K_3 > K_2$

5 结论

本文以上海海洋大学研制的精准投饲机为对象,研究投饲机投喂精度的影响因素,通过理论分析与 ANSYS CFX 流体仿真,得到如下结论:

(1) 称重装置测得的饲料质量流量受送料管筒的倾角 α 、筒长 L 以及在送料管筒入口处的饲料速度 v_0 影响;

(2) 精准投饲机送料管筒的最佳参数应为:送料管筒倾角为 38°,筒长为 410 mm,这两项参数可以在投饲机制造加工时可以确定;管筒入口处的饲料速度为 0.32 m/s,由于管筒入口处的速度就等于送料装置出口处的速度,因此可以在控制系统方案中通过控制送料装置的转速进行调节;

(3) 送料管筒入口处的饲料速度是影响测量精度的最主要因素,送料管筒安装倾角对精度的影响次之,送料管筒筒长对精度的影响最小。

参考文献:

[1] 袁媛,袁永明,贺艳辉,等.罗非鱼不同池塘养殖模式生产成本及经济效益分析[J].江苏农业科学,2013,41(8):217-219.

YUAN Y, YUAN Y M, HE Y H, et al. Benefit-cost analysis

- of different tilapia pond culture modes [J]. *Jiangsu Agricultural Science*, 2013, 41(8): 217-219.
- [2] 彭刚, 张军, 王天乐, 等. 沿海滩涂大型池塘养殖成本收益分析[J]. *农村经济与科技*, 2014, 25(6): 94-96, 85. PENG G, ZHANG J, WANG T L, et al. Analysis of the cost-benefit of large pond farming in coastal beach[J]. *Rural Economy and Science-Technology*, 2014, 25(6): 94-96, 85.
- [3] 罗国芝. 水产养殖规划环境影响评价研究[D]. 上海: 同济大学, 2007. LUO G Z. Study on the environmental impact assessment of aquaculture plan[D]. Shanghai: Tongji University, 2007.
- [4] 胡庆松, 程文平, 李俊. 移动式虾塘投饵装置偏心抖料及抛饵系统优化与试验[J]. *上海海洋大学学报*, 2016, 25(5): 794-800. HU Q S, CHENG W P, LI J. Eccentric shaking and bait throwing system optimization and experiment of the mobile shrimp feeding machine [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2016, 25(5): 794-800.
- [5] 杨朦朦, 杨加庆, 邵祺, 等. 精准送料投饵机: 中国, CN206165511U[P]. 2017-05-17. YANG M M, YANG J Q, SHAO Q, et al. Machine of raising is thrown in accurate pay - off: CN, CN206165511U[P]. 2017-05-17.
- [6] 邓素芳, 杨有泉, 陈敏. 全自动饵料精量投喂装置的研究[J]. *农机化研究*, 2010, 32(11): 103-105, 109. DENG S F, YANG Y Q, CHEN M. Automatic quantitative bait feeding device[J]. *Journal of Agricultural Mechanization Research*, 2010, 32(11): 103-105, 109.
- [7] 徐志强, 王涛, 鲍旭腾, 等. 池塘养殖自动投饵系统远程精准化升级与验证[J]. *中国工程机械学报*, 2015, 13(3): 272-276. XU Z Q, WANG T, BAO X T, et al. Accurate upgrading and verification on automatic remote feeding system for pond culture[J]. *Chinese Journal of Construction Machinery*, 2015, 13(3): 272-276.
- [8] 吴强泽, 袁永明. 渔用投饵机计重投喂系统设计[J]. *传感器与微系统*, 2015, 34(8): 96-98, 102. WU Q Z, YUAN Y M. Design of weight feeding system for fishery feeding machine [J]. *Transducer and Microsystem Technologies*, 2015, 34(8): 96-98, 102.
- [9] 胡昱, 郭根喜, 黄小华, 等. 基于PLC的深水网箱自动投饵系统[J]. *南方水产科学*, 2011, 7(4): 61-68. HU Y, GUO G X, HUANG X H, et al. Auto-feeding system for deep-water net cage based on PLC [J]. *South China Fisheries Science*, 2011, 7(4): 61-68.
- [10] 周知进, 戴哲冰, 何星. 液压管道在不同弯曲角度下流固耦合特性仿真研究[J]. *机床与液压*, 2017, 45(9): 131-135, 148. ZHOU Z J, DAI Z B, HE X. Simulation study on the fluid-solid coupling characteristics of hydraulic pipe in different bending angles[J]. *Machine Tool & Hydraulics*, 2015, 45(9): 131-135, 148.
- [11] 林金贤, 林棋, 娄晨, 等. 气固两相流管道流动阻力特性数值模拟[J]. *油气储运*, 2014, 33(1): 32-41. LIN J X, LIN Q, LOU C, et al. Numerical simulation of flow drag characteristics of gas-solid two-phase flow in pipeline [J]. *Oil & Gas Storage and Transportation*, 2014, 33(1): 32-41.
- [12] 武世敏, 周维琴, 石月娟, 等. 基于CFX的迷宫式调节阀内流场流动特性的仿真[J]. *机床与液压*, 2014, 42(23): 127-130. WU S M, ZHOU W Q, SHI Y J, et al. Simulation of flow characteristics of internal flow field for labyrinth regulating valve based on CFX[J]. *Machine Tool & Hydraulics*, 2014, 42(23): 127-130.
- [13] 王金海, 慕松, 韦玉娜, 等. 基于CFX的迷宫阀内流场数值模拟与试验分析[J]. *机械设计与研究*, 2015, 31(3): 135-138, 146. WANG J H, MU S, WEI Y N, et al. Numerical simulation and experimental analysis of flow characteristics for minimum flow regulating valve based on CFX [J]. *Machine Design & Research*, 2015, 31(3): 135-138, 146.
- [14] 杨天明, 郭明智, 游红伟. 压力传感器在称重过程中的应用[J]. *河南科技学院学报(自然科学版)*, 2005, 33(4): 72-75. YANG T M, GUO M Z, YOU H W. The pressure Transmitter in calls in calls in the heavy process the application [J]. *Journal of Henan Institute of Science and Technology*, 2005, 33(4): 72-75.
- [15] 颜振珏. 动量定理及其在应用[J]. *黔南民族师范学院学报*, 2007(6): 45-48. YAN Z J. Momentum theorem and its applications [J]. *Qiannan Normal College Nationalities*, 2007(6): 45-48.
- [16] 许蕾, 罗会信. 基于ANSYS ICEM CFD和CFX数值仿真技术[J]. *机械工程师*, 2008(12): 65-66. XU L, LUO H X. The technology of numerical simulation based on ANSYS ICEM CFD and CFX software [J]. *Mechanical Engineer*, 2008(12): 65-66.
- [17] 邓聪颖, 殷国富, 方辉, 等. 基于正交试验的机床结合部动刚度优化配置[J]. *机械工程学报*, 2015, 51(19): 146-153. DENG C Y, YIN G F, FANG H, et al. Optimal configuration of dynamic stiffness of machine tool joints based on orthogonal experiment [J]. *Journal of Mechanical Engineering*, 2015, 51(19): 146-153.
- [18] 吴浩扬, 常炳国, 朱长纯. 遗传算法的一种特例——正交试验设计法[J]. *软件学报*, 2001, 12(1): 148-153. WU H Y, CHANG B G, ZHU C C. A special case of genetic algorithm——orthogonal experimental design method [J]. *Journal of Software*, 2001, 12(1): 148-153.
- [19] 吴波, 陈志, 李建明, 等. 基于CFD正交试验的螺旋槽干气密封性能仿真研究[J]. *流体机械*, 2014, 42(1): 11-16.

- WU B, CHEN Z, LI J M, et al. Numerical simulation research on the sealing performance of spiral groove dry gas seal by orthogonal experiments based on CFD method [J]. Fluid Machinery, 2014, 42(1): 11-16.
- [20] 高雄发, 施卫东, 张德胜, 等. 基于 CFD 正交试验的旋流泵优化设计与试验[J]. 农业机械学报, 2014, 45(5): 101-106.
- GAO X F, SHI W D, ZHANG D S, et al. Optimization design and test of vortex pump based on CFD orthogonal test [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2014, 45(5): 101-106.

Simulation and analysis of feeding accuracy of precision feeding machine

ZHANG Lizhen, YANG Mengmeng, HU Qingsong, JIANG Bo

(College of Engineering Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: In view of precision feeding machine developed by Shanghai Ocean University, with CFX simulation analysis, combined with single factor experiments and orthogonal experiments, the influence of measurement accuracy of the feeder feeding tube cone angle, length and feed tube in tube access port velocity is studied. The single factor test found that the feed mass flow that is measured by the weight device is determined by the dip angle α of the feeding tube, the tube length L and the feed speed v_0 at the access port of the feeding tube; the best parameter of accurate feeder feeding machine based on the design of orthogonal test should be as followed. The feeding tube dig angle is 38° . The length is 410 mm. The tube access port velocity is 0.32 m/s. The best measurement accuracy under these parameters is got; the primary and secondary order of measurement accuracy is obtained by range analysis. The feed speed at the tube access port is the main factor affected the accuracy of measurement, and dip angle is the second, tube length is last.

Key words: feeding machine; accuracy; Orthogonal experiment; ANSYS CFX; simulation analysis