

# 喂粕机上料机械手研究与分析

郭彩玲, 王会刚, 刘晓雯

(唐山学院 机电工程系, 河北 唐山 063000)

**摘 要:** 针对某厂实际, 提出了一种专用于粘胶短纤喂粕机上粕工作的液压机械手的结构方案, 可实现入位、取料、整理、放倒料堆、抬升、上料等功能。料笼为上料机械手的核心工作部件, 也是主要受力部件, 故对笼体主体和笼体筒形支撑伸到最远处时受到的力矩最大的铜套进行米塞斯应力分析, 分析结果表明: 最大应力在规定范围之内, 各项数据均符合要求。在此基础上对应力最大点出现的部位进行了进一步优化, 为喂粕机上料机械手的开发提供了理论依据。

**关键词:** 喂粕机; 上料机械手; 料笼; 应力分析; 优化

**中图分类号:** TH122 **文献标志码:** A **doi:**10.3969/j.issn.1671-6833.2014.04.024

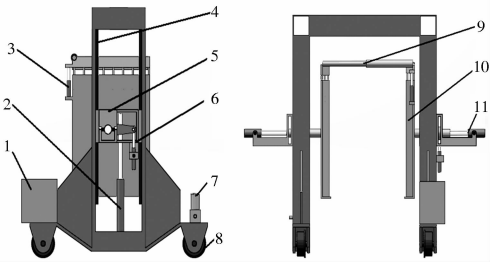
## 0 引言

随着制造业的发展, 劳动力价值成本的提高, 更多企业开始关注生产的高效化、自动化以及产品质量的提升<sup>[1]</sup>。目前, 唐山某纤维有限公司粘胶短纤喂粕机的上粕工作是通过人为方式进行天车吊送, 效率低、对工人技术熟练程度要求高且浪费人力资源。基于上述考虑, 拟开发一种液压机械手, 不仅能代替人工自动完成上粕工作, 节约人力资源, 而且可长时间持续工作、效率高、精确度高、具备抗恶劣环境的能力。综合各方面因素及用户要求, 笔者在三维结构总体设计的基础上, 对上料机械手主要受力部件进行应力分析, 查看其强度、刚度是否满足设计要求, 并在此基础上进行了相应的结构改进, 从而保证该结构设计和长时间工作的高可靠性。最后通过样机试用验证了设计的可行性。

## 1 喂粕机上料机械手方案设计

喂粕机上料机械手基本结构如图 1。上料系统为地上运行门架式结构, 具有入位、取料、整理、放倒(料堆)、抬升、上料等功能; 料笼由左右两个笼体组成, 通过支撑轴安装在上料机门架内的升降滑座上, 升降滑座固定在升降导轨上, 可实现上下运动; 取料时左右笼体可同步运动, 也可单独运

动, 从而适应料堆摆位不正的状态; 翻转油缸通过摇臂实现对料笼的 90° 翻转, 摇臂通过可滑移键槽结构与料笼轴相连; 同步杆实现左右笼体上下伸缩及翻转时动作的同步; 门架结构有专门的液压泄漏油回收装置, 可实现对液压站及各油缸泄漏液压油的回收; 上料机电源及控制信号线的引入通过拖链结构实现。



1—随动液压站; 2—升降油缸; 3—上下伸缩油缸; 4—升降导轨; 5—升降滑座; 6—翻转油缸; 7—水平运动驱动电机; 8—支撑轮; 9—同步杆; 10—料笼; 11—左右伸缩油缸

图 1 喂粕机上料机械手基本结构

Fig. 1 Basic structure of feeding manipulator on pulp feeding machine

工作过程: 自动检测粕料尾部位置并判断是否已出现上料空间, 若有可上料信号, 电机驱动上料机械手朝料堆方向水平移动; 达到限位处, 左右伸缩气缸动作, 料笼闭合, 夹取离送粕机最近的料

收稿日期: 2014-03-30; 修订日期: 2014-06-01

基金项目: 河北省科技攻关计划资助项目(13211916); 唐山市科技项目(13110206a)

通信作者: 刘晓雯(1983-), 女, 唐山学院讲师, 硕士, 主要研究方向为非标机械设计、产品优化设计。E-mail: 150641332@qq.com.

垛并根据夹持力差异调整左右料笼的夹持量,活动笼体头部闭合,根据料垛高度调整笼体头部的伸出量,升降油缸动作,料笼提升至最高中心位置,翻转油缸动作,料笼翻转  $90^\circ$  呈水平放置;料笼位置下降并将粕料放在送粕机链条上;料笼张开,与料垛脱离;料车复位,料车回到等待位置;料笼复位,料笼回复到低位、张开、直立状态,活动笼体头部处于最高位状态;重复上述动作,完成多次连续上料。

## 2 关键部件笼体分析与优化

### 2.1 笼体受力分析

上料机的核心工作部件是料笼,左右笼体承受着全部料重,为主要受力部件,其受力情况影响设备运转的可靠性和稳定性,所以有必要对其进行分析与优化。

(1) 利用 ABAPUS 软件建模,为使网格划分方便,几何模型将忽略笼体部分的开槽、打孔、凸台等<sup>[2]</sup>。

(2) 定义材料属性:笼体主体部分的材料为 Q195,其弹性模量  $E = 2.06 \times 10^{11}$  Pa,泊松比  $\mu = 0.3$ ,密度为  $\rho = 7.85 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>;筒形支撑部分的材料为 45 号钢,其弹性模量  $E = 2.09 \times 10^{11}$  Pa,泊松比  $\mu = 0.269$ ,密度为  $\rho = 7.85 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>。

(3) 网格划分:为使划分的网格质量高,结果更容易收敛,选择六面体单元网格进行划分,并在局部进行细化<sup>[3]</sup>。如图 2。

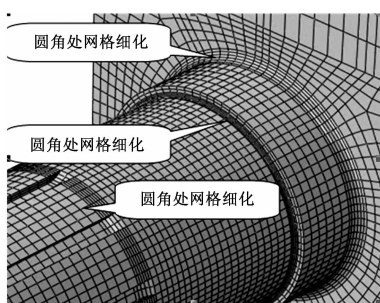


图 2 笼体网格细化  
Fig. 2 Mesh refinement of cage

(4) 接触:筒形支撑上的两个铜套使其与外面的升降滑座相接触。在分析中将两个铜套简化成两个解析刚体。解析刚体不受力的作用,不产生变形,可将其简化到一点上<sup>[4]</sup>。

分析力学模型可知,当笼体筒形支撑伸到最远处时其受到的力矩最大,此时最危险。如图 3。

(5) 载荷及边界条件:考虑笼体上其他零件

重量  $M = 54.8$  kg,笼体自重  $M = 155.4$  kg,笼体上负担料重的一半  $m = 250$  kg。故在笼体上板上加载两个铜套及笼体的 6 个自由度均完全固定,耦合笼体到端面的耦合点 RP-1 上,固定 RP-1 点,即把笼体完全固定。如图 4。

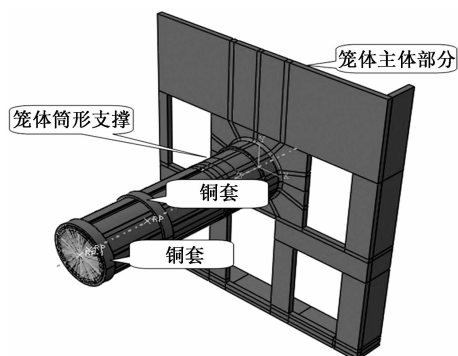


图 3 笼体在危险时结构模型

Fig. 3 Structure model of cage in danger

$M = 54.8$  kg 的力,笼体下板上加载  $m = 250$  kg 的力。如图 5。

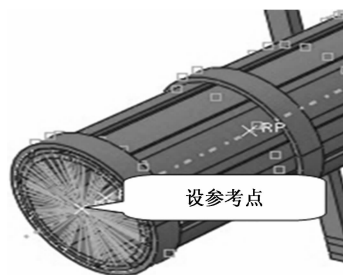


图 4 笼体结构设耦合点

Fig. 4 Coupling point located on cage body

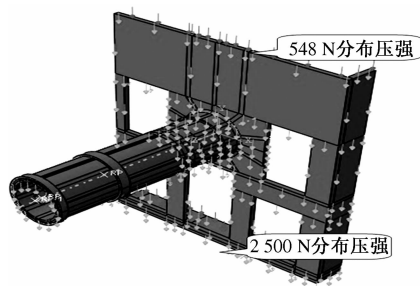


图 5 笼体结构力的加载

Fig. 5 Structure force loading on cage

### 2.2 求解

求解结果如图 6 所示。由图 6(a) 能看出在筒形支撑部分上的最大应力为 71.69 MPa,最大应力出现在 A 点;采用材料为 45 号钢,其屈服极限为  $\sigma_s = 3.55 \times 10^8$  Pa,筒形支撑部分受到的应力远小于材料的屈服极限。安全系数为:  $S = 355 / 71.69 = 4.95$ 。取安全系数为 5,各项数据均符合

要求.

由图 6(b)能看出在主体部分上的最大应力为 14.19 MPa,最大应力出现在 B 点,采用材料为 Q195,其屈服极限为  $\sigma_s = 1.95 \times 10^8 \text{ Pa}$ ,笼体主体部分受到的应力远小于材料的屈服极限.安全系数为: $S = 195/14.19 = 13.74$ .取安全系数为 13,各项数据均符合要求.

由图 6(c)可知,离约束越近,应力越小.笼体最大变形出现在筒形支撑部分底端的开槽处和笼体下板,其他地方应力及其小.

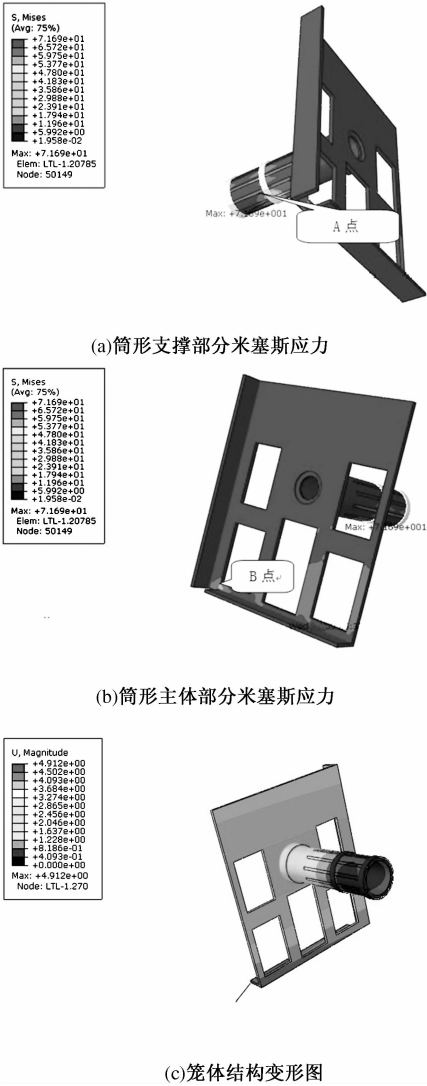


图 6 笼体结构变形图

Fig. 6 Structure deformation map of cage

3 改进方案

笼体下板虽受应力较大,但材料能满足应用需求,而筒形支撑底端的开槽处应力过大,严重影响笼体对粕料的夹紧、翻转,是最薄弱的环节.现

对开槽处进行改进.

考虑筒形支撑底端承载区域不宜应力过大及笼体的实际使用情况,酌情减少开槽的数量<sup>[5]</sup>:将开槽数从 8 个减小为 4 个,并且开槽位置避开受载最大区域(下弧面),笼体结构改进图见图 7.

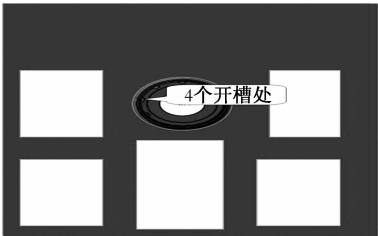


图 7 笼体结构改进图

Fig. 7 Improved diagram of cage structure

当笼体在运料过程中,工作位置旋转 90°后,仍保证筒形底部没有开槽,笼体结构转 90°后工作位置见图 8.

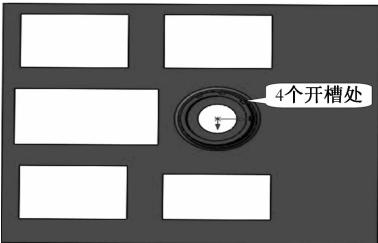


图 8 笼体结构转 90 度后工作位置

Fig. 8 Working position of cage structure after Rotating 90 degrees

对改进后的模型进行网格划分、定义接触、载荷和边界条件,得到图 9,图 10.

由图 9、10 可知改进后筒形支撑部分上应力最大点 A 的应力值为:48.66 MPa,安全系数为: $S = 355/48.66 = 7.29$ ,取安全系数为 8.改进后笼体变形减小,主体部分强度不变.

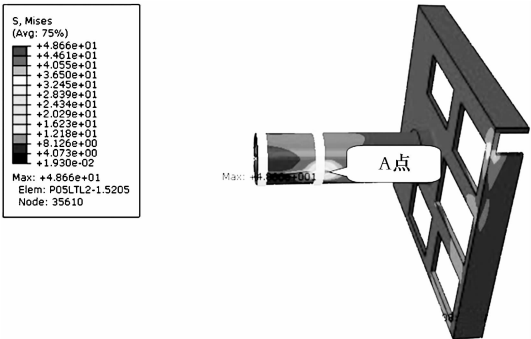


图 9 改进后筒形部分米塞斯应力图

Fig. 9 Mises stress map of improved cylindrical portion

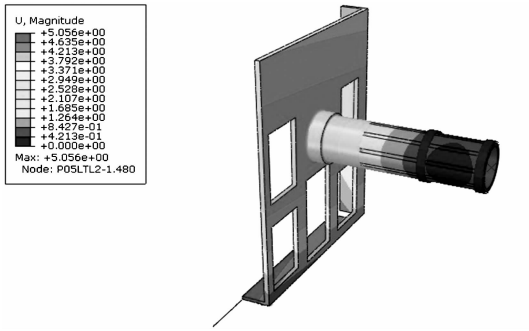


图 10 改进后笼体结构变形图

Fig. 10 Structure deformation map of improved cage

#### 4 应用效果

喂粕机上料机械手被应用于唐山某纤维有限公司,该设备达到了预期效果,每次上料周期小于 2 min,生产效率提高了 35%,节约了人力资源,减轻了工人工作强度,实现了经济效益 500 万元/a,而且可长时间持续工作,实践证实:基于以上设计方案及优化研制的喂粕机上料机械手在实际运行中效果很好。

#### 5 结论

综合应力和变形分析,优化后的笼体更为合理.应力分布最大值在限定范围内,最大变形量也在变形极限范围内.而且在主体强度不变的同时,最大应力点的应力值减小,安全系数增加,得到了笼体在稳定工作的前提下,质量最优。

#### 参考文献:

- [1] 陶湘厅,袁锐波,罗璟.气动机械手的应用现状及发展前景[J].机床与液压,2007,35(8):226-228.
- [2] 古成中,吴新跃.有限元网格划分及发展趋势[J].计算机科学与探索,2008,2(3):248-259.
- [3] 李建军,李俊山,李钊,等.基于特征的三维模型简化算法研究[J].系统仿真学报,2007,19(11):2434-2436,2514.
- [4] 邢静忠,李军. ANSYS 的建模方法和网格划分[J].中国水运,2006,6(9):116-118.
- [5] 王立华,李润方,林腾蛟,等.高速重载齿轮的有限元分析[J].中国机械工程.2003,14(20):69-73.

### Research on Feeding Manipulator of Pulp Feeding Machine

GUO Cai-ling, WANG Hui-gang, LIU Xiao-wen

(Department of Electromechanical Engineering, Tangshan College, Tangshan 063000, China)

**Abstract:** A structure plan is raised about hydraulic manipulator for viscose staple pulp feeding machine feeding occasion. Functions of locating, reclaiming, settling, finishing down stockpiles, lifting, feeding and other functions can be realized. Feeding cage as core component and main stressed member of feeding manipulator, so copper bush getting the largest torque is performed Mises stress analysis when main body and support tube of cage reached the limit position. The analysis results show that the maximum stress fits the prescribed limits and all data are conform to requirements. Further optimization is performed about the suffered maximum stress site on the basis of above results. Theory basis is obtained and used for the development of hydraulic manipulator of pulp feeding machine.

**Key words:** pulp feeding machine; feeding manipulator; feeding cage; stress analysis; optimization