

硬实种子处理机转盘 ANSYS 分析

孙步功¹, 龙瑞军^{2,3}, 赵武云¹, 吴建民¹

(1. 甘肃农业大学工学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001;
3. 兰州大学草地农业科技学院, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 针对硬实种子处理机结构设计, 分析了转盘离心应力产生的原因; 利用有限元理论建立了单元节点方程和整体刚度矩阵, 并利用 ANSYS 软件对处理机转盘结构进行了动力学建模和有限元分析, 以满足转盘强度、刚度使用要求, 为转盘结构改进提供了理论和技术依据。

关键词: 硬实种子; 处理机; 转盘; ANSYS

中图分类号: TQ 051.8

文献标识码: A

文章编号: 1003-4315(2008)04-0128-03

The ANSYS analysis of hard-seed treatment machine turnplate

SUN Bu-gong¹, LONG Rui-jun^{2,3}, ZHAO Wu-yun¹, WU Jian-min¹

(1. College of Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China; 2. Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China; 3. College of Postoral Agriculture and Tedsology, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Aimed at the structure of hard-seed treatment hit-machine, the leaving center stress reasons of the turnplate was analyzed. Based on the finite element theory, the element node equation and whole rigidity matrix was established. The dynamic model of the treatment-machine turnplate was established and the finite element analysis was performed based on the ANSYS. The strength and rigidity of the turnplate was analyzed. The theoretical and technical basis for the structural improvement of the turnplate was provided.

Key words: hard-seed; treatment machine; turnplate; ANSYS

硬实种子碰撞处理机属高速旋转机械, 转盘内会产生离心应力。当应力超出转盘材料屈服极限或强度极限时, 转盘就会产生大的变形或破坏失效, 严重时可能造成人员伤亡。因此必须根据处理机转盘强度设计其结构^[1]。有限元法把连续弹性体分割为相连的单元组合件, 以节点位移为基本未知量, 通过位移函数的选取和关于节点位移线性代数方程组的求解, 将无限自由度问题转化为有限自由度问题^[2-4]。

1 碰撞机工作原理及转盘结构

碰撞机主要由电机、叶轮和碰撞腔组成, 如图 1

所示。电机驱动正反叶轮在碰撞腔中高速旋转, 使两叶轮之间产生旋转气流场, 种子及细小颗粒在旋流场中高频率互相碰撞。碰撞使种子种皮产生微裂纹, 有利于发芽^[5]。叶轮是使种子在碰撞腔中高频碰撞的关键零件, 叶轮上辐板的方向及安装角度至关重要。设计碰撞机时应提高两叶轮轴向气动参数, 使种子尽可能在中间面上发生相向碰撞。根据空气动力学气固两相流场湍流颗粒的受力理论, 叶片在转盘上的安装如图 2 所示^[6]。

2 方程建立及模型导入

2.1 单元方程的建立

每个单元有两个节点, 每个节点对应一个位移分量, 即每个节点只有一个自由度, 因此需要对每个

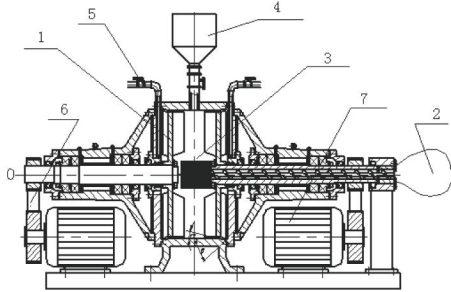
作者简介: 孙步功(1971-), 男, 甘肃通渭人, 副教授, 在读博士, 主要从事机械教学与研究工作。

收稿日期: 2007-05-20

单元建立两个方程. 根据胡克定律, f_i 和 f_{i+1} 的表达式为:

$$\begin{Bmatrix} f_i \\ f_{i+1} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{eq} & -k_{eq} \\ -k_{eq} & k_{eq} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_i \\ u_{i+1} \end{Bmatrix} \quad (1)$$

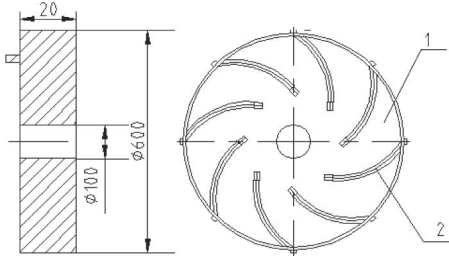
式中 f_i 和 f_{i+1} 分别为第 i 和 $i+1$ 结点传递的力; u_i 和 u_{i+1} 分别为第 i 和 $i+1$ 结点的位移量; k_{eq} 为结点的等效刚度.



注: 1. 转盘; 2. 出料口; 3. 腔体; 4. 料斗;
5. 进气口; 6. 皮带; 7. 电机.

图 1 碰撞机结构图

Fig. 1 Structure diagram of hit-machine



注: 1. 转盘; 2. 幅板

图 2 转盘结构图

Fig. 2 Structure diagram of turnplate

2.2 整体刚度矩阵的建立

把上面的方法应用到各个单元, 最终的总体刚度矩阵可以通过各个单元的刚度矩阵组合或者叠加得到^[7]:

$$[K]^{(a)} = \begin{bmatrix} K_1 & -K_1 & 0 & 0 \\ -K_1 & K_1 + K_2 + K_3 & -K_2 - K_3 & 0 \\ 0 & -K_2 - K_3 & K_2 + K_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中 K 为总体刚度矩阵; K_1 、 K_2 、 K_3 分别为 1、2、3 的刚度矩阵.

2.3 模型导入

将在 UG 系统中建立的硬实种子处理机转盘三

维参数化模型以 IGES 数据格式导入 ANSYS 系统, 通过对其进行几何拓扑与修补, 形成实体模型. 在导入模型和进行几何拓扑与修复过程中, 会造成模型几何信息的丢失. 通过将丢失的几何信息在 UG 系统原模型中进行网格划分, 将节点和单元的文本文件转化成 ANSYS 接受的格式, 导入 ANSYS 系统已建立的有限元模型, 形成硬实种子处理机转盘完整的有限元模型^[8], 如图 3 所示.

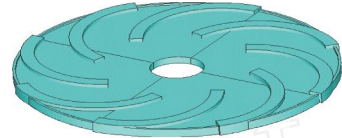


图 3 转盘有限元模型图

Fig. 3 The finite element model of turnplate

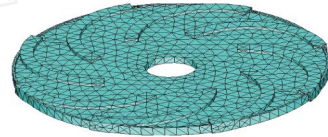


图 4 转盘网格划分图

Fig. 4 The gridding partition of separator turnplate

3 单元属性和网格划分

处理机转盘所用材料为合金钢, 弹性模量为 210 Gpa, 泊松比为 0.26. 在对模型进行网格划分之前, 要确定采用映射网格分析, 因为映射面网格只包含四边形和三角形单元, 映射体网格只包含六面体单元. 在 ANSYS 系统中采用三维四面体单元进行映射网格划分, 整个处理机转盘被划分成 10 709 个实体单元. 每个实体单元有 4 个节点, 每个节点有 6 个自由度, 能够模拟处理机转盘的受力和变形情况^[9]. 处理机转盘映射网格划分图如图 4 所示.

4 加载及有限元分析

处理机转盘带动种子及细沙颗粒高速旋转, 转盘的离心应力由转盘本身及种子物料两部分产生. 由于处理机转盘是高速旋转的机器, 在转动过程中由于惯性要产生离心力, 所以要加惯性载荷; 同时还要加载由空气产生的面载荷. 有限元分析是将形状复杂以及受力情况复杂的零件化分为有限数目的单元, 再分别计算这些单元的受力和变形情况, 然后将这些单元整合起来, 就形成了整个零件的受力变形

图 5 显示转盘有限元分析的单元应力等值线图, 图 6 显示转盘变形图。从整个应力等值线图来看, 最大应力与最小应力相差几个数量级, 这将造成材料的浪费。通过对处理机转盘表面消除应力集中, 并进一步对转盘尺寸进行优化设计, ANSYS 系统将处理机转盘壁厚优化为 25.382 mm, 设计中选取 26 mm^[10]。

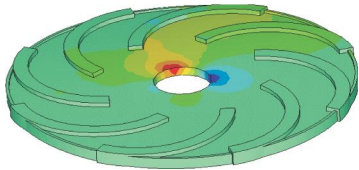


图 5 转盘单元应力等值线图

Fig. 5 Schematic diagram of turnplate stress

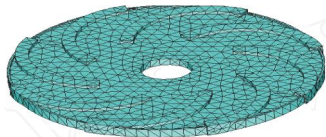


图 6 转盘变形图

Fig. 6 Equivalent stress nephogram diagram of turnplate

5 小结

有限元分析是计算机辅助设计的重要组成部分, 在硬实种子处理机转盘设计中引入 ANSYS 软件对分离机转盘进行有限元分析和研究。通过对分离机转盘结构的动态优化设计, 使其最大应力小于材料的许用应力且避免共振产生。ANSYS 系统内部将处理机转盘的壁厚优化到 25.382 mm 时, 其强度和刚度能够满足材料的使用要求, 设计中选取

26mm。克服了传统经验公式所造成的模型误差以及对大量试验测试的依赖程度, 对硬实种子处理机设计提供有益参考。

参考文献

- [1] 高丽敏, 席光, 王尚锦. 叶顶间隙对离心叶轮内部流动及气动性能的影响[J]. 中国航空学报(英文版), 2002, 15(3): 139-144
- [2] 孙步功, 龚俊, 辛舟. 黄河泥沙分离机转鼓有限元分析[J]. 甘肃农业大学学报, 2008, 43(3): 130-132
- [3] 王海霞, 汤文成, 钟秉林. 客车车骨架有限元建模技术及结果分析[J]. 机械强度, 2003, 25(6): 314-318
- [4] 顾璠, 许晋源. 气固两相流场的湍流颗粒浓度理论模型[J]. 应力力学学报, 1994, (4): 11-18
- [5] International Seed Testing Association (ISTA). Seed testing procedure[J]. Seed Science and Technology, 1993, 21(1): 106-120
- [6] 李庆忠, 于秀坤, 李景春. 减速器传动齿轮轴的有限元分析[J]. 沈阳航空工业学院学报, 2000, 17(1): 21-23
- [7] Zeng Pan. New numerical analysis method in computational mechanics: composite element method[J]. Science in China, Ser E, 2000, (2): 36-39
- [8] 孙步功, 龙瑞军, 胡靖明. 硬实种子处理碰撞机设计[J]. 甘肃农业大学学报, 2008, 43(1): 144-146
- [9] Andrew B. Ultracapacitors: why, how, and where is the technology[J]. Journal of Power Sources, 2000, 91: 37-50
- [10] Robinson J. The growing confusion infinite element method and adaptivity[J]. Finite Element News, 1994, 32(4): 40-59