

摇臂式缠膜机的设计及有限元分析

崔瀚,于喜川

(沈阳工学院 能源与水利学院,辽宁 抚顺 113122)

摘要:为了提高产品的外观质量,设计一种用于长方体结构产品包装的摇臂式缠膜机。根据摇臂式缠膜机的工作原理对摇臂式缠膜机的主要机构进行了设计,并应用 ANSYS Workbench 对摇臂式缠膜机摇臂机构齿轮啮合机构以及主体框架进行了有限元分析,验证了摇臂式缠膜机结构设计的合理性。

关键词:缠膜机;设计;有限元

中图分类号:TH12 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5276(2019)06-0115-03

Design and Finite Element Analysis of a Rocker Arm Type Film Wrapping Machine

CUI Han, YU Xichuan

(College of Irrigation and Energy, Shenyang Institute of Technology, Fushun 113122, China)

Abstract: To improve the appearance quality of the product, a rocker arm film wrapping machine for cuboid product packaging is designed. According to its working principle, its main mechanism is designed, and the finite element analysis for the gear meshing mechanism and the main frame of the rocker arm mechanism of this machine is carried out by using ANSYS Workbench. The rationality of the structure design of the rocker arm film wrapping machine is verified.

Keywords: film wrapping machine; design; finite element

0 引言

缠绕包装机是一种典型的包装机械,被广泛地应用于食品、材料等的包装中。摇臂式缠膜机械属于水平式缠绕包装机的一种,主要应用于对细长形状产品的包装。在产品包装过程中,通过上端的回转臂机构围绕输送机构上传送过来的产品做旋转缠绕运动,同时拉伸机构调节缠绕薄膜的张力,把物体包装成紧固的整体,并在物体表面形成螺旋式规则的膜状包装外形。经过包装后的产品外观质量得到提高,而且能够防止运输过程中对产品的磕碰,使产品能够更好地适应竞争激烈的市场环境。因此设计一种用于长方体结构产品包装的摇臂式缠膜机具有生产实践价值和意义^[1]。

1 摇臂式缠膜机结构设计

摇臂式缠膜机主要由主体框架、摇臂机构、切膜机构、夹膜机构以及输送机构组成,如图 1 所示,其中摇臂机构通常设计成 L 形,由横梁和纵梁两部分组成;缠膜机构主要由缠膜电机、齿轮传动机构、输送滚筒以及薄膜筒组成;切膜机构主要由 B40-300-Z73L 型气缸、关节轴承、摇臂轴销、切膜活动脚架、MGPM32 型气缸、切膜支架、电路板支架、烫膜电路板、加热断膜镍铬金属丝、轴承滚筒组成;夹膜机构由夹膜臂、MGPM32 型气缸、鼓风机与夹膜壳体构成。工作时各机构间相互配合完成对产品外包装的缠膜。具体工作过程为:当输送机构将产品输送到指定位置后,摇臂电机开始带动摇臂机构对产品外围缠膜,同时为了使

产品从上到下都能被可靠缠绕,在摇臂电机工作的同时升降机电机带动缠膜机构上下运动,形成了一个螺旋运动轨迹,实现了产品在周向和高度方向的缠绕,使产品的外围能够被全面地包装。当一个产品被缠绕完毕后,切膜机构开始工作,将缠绕在产品上的外膜切断,同时在摇臂上被切断的外膜被夹膜机构夹持,等待下一个产品的到来,至此,一个产品被包装完毕。摇臂式缠膜机在缠绕过程中的可靠性主要受薄膜拉应力的影响,适当地调整薄膜拉应力能够防止缠绕过程中穿膜现象的出现。目前,一般通过调整摇臂电机的转速达到降低薄膜张紧程度的目的。



图 1 摇臂式缠膜机结构图

2 摇臂式缠膜机有限元分析

在工作过程中摇臂电机为整个系统的动力源,主要通过

作者简介:崔瀚(1985—),男,辽宁盘锦人,讲师,硕士研究生,研究方向为弹药仿真技术以及有限元分析。

齿轮传动机构将动力传给摇臂机构,因此此处齿轮的受力较大;其次摇臂式缠膜机受力的主要部件为主体框架,因为它支撑着整个设备的所有部件,受到的载荷最大,所以在进行有限元分析时只需对摇臂电机处的齿轮啮合机构以及主体框架进行有限元分析。在分析过程中应用 ANSYS Workbench^[2-5]进行有限元分析,利用 UG 与 Workbench 的接口,将 UG 所建立的模型转换为 x_t 格式导入 Workbench 中,即可在 Workbench 中使用,以简化建模流程。

2.1 摇臂机构齿轮啮合机构有限元分析

1) 模型导入:齿轮啮合的接触强度分析属于静力学问题,因此在打开 ANSYS Workbench 后,添加静力学分析模块 Static Structural,并将齿轮啮合模型导入。

2) 前处理:模型导入后首先进行材料和接触的定义以及网格划分。齿轮材料选择 40Cr,材料参数参考文献[6],接触定义为 Bonded-Part2 To part1,网格划分为自由网格;其次添加约束和载荷,经分析主动轮需添加 Moment 载荷,此处需要添加 92 860 Nmm 的转矩;从动轮可认为在轴上是固定的,因此添加 Cylindrical Support 约束,完成添加约束和载荷后即可进行解算。

3) 后处理:运算完成后的应力云图如图 2 所示。由图 2 可以看出,在齿轮传动过程中齿轮所受的最大应力为 16.91 MPa,最小应力为 1.0982×10^{-6} MPa,最大应力出现在 2 个齿轮开始啮合处以及一次啮合的完成处,而远离啮合处均为最小应力,几乎可以忽略,因此齿轮的强度满足要求。

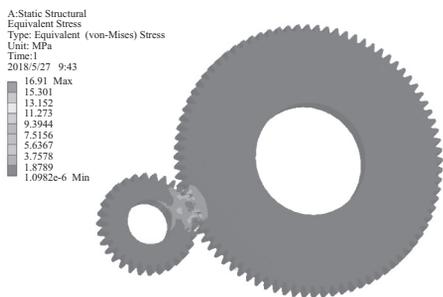


图 2 啮合齿轮的应力分布云图

2.2 主体框架有限元分析

主体框架是摇臂式缠膜机最重要的部件,除了分析其结构强度之外,还要对其振动特性进行分析,看其是否在外载荷的作用下发生共振现象。进行主体框架分析时将所有安装在主体框架的部件作为一个载荷考虑并加载到主体框架与部件连接的表面。由 UG 计算得主体框架所要承受的总载荷约为 6 466.4 N;主体框架的 4 个底面与地面相连,因此设置 4 个脚架为固定约束。

1) 主体框架的强度分析

主体框架的强度分析步骤与齿轮啮合机构一致。此处材料自定义为 45 钢,参数为:弹性模量 210 GPa,泊松比 0.269,密度 $7.85 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,屈服极限 355 MPa,强度极限 600 MPa。在赋予材料、定义约束和加载载荷计算后得到的应力和变形云图分别如图 3 和图 4 所示。由图可知主体框架所受的最大应力为 9.9249 MPa,最大应力点出现

在受力加载表面的 4 个拐角,因为此处存在尖点,容易产生应力集中;而最大变形出现在受力表面,为 0.4517 mm,此处所受的载荷最大,所以变形量也最大。从仿真结果可以看出主体框架所受的应力和变形均很小,所以其结构强度满足要求。



图 3 主体框架受力的应力云图

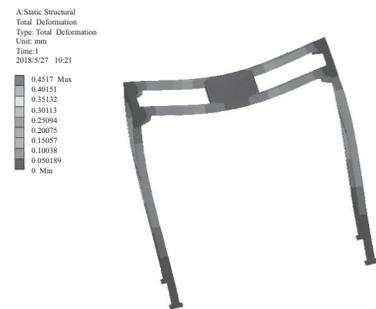


图 4 主体框架受力的变形云图

2) 主体框架的模态分析

ANSYS Workbench 为振动分析提供了 2 个模块,即设有应力的模态分析和有预应力的模态分析模块。由于主体框架存在力的载荷作用,因此对于主体框架的模态分析采用后者,所以在分析时添加 Pre-Stress Modal 模块,如图 5 所示。

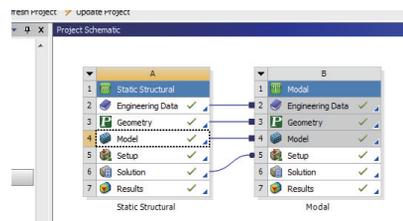


图 5 有预应力的模态分析模块

由图 5 可知,有预应力的模态分析其实是静力学分析模块和无预应力模态分析模块的结合,通过模块间的数据对接完成有预应力的模态分析。分析时导入模型、载荷加载以及模型约束均与主体框架静力学分析相同,不同之处是最后计算所得结果是模态分析的结果。经过计算,主体框架各阶固有频率如表 1 所示,各阶固有频率所对应的变形情况如图 6-图 11 所示。

表 1 主体框架 1-6 阶固有频率 单位:Hz

阶次	1	2	3	4	5	6
固有频率	6.139 6	10.301	15.43	21.546	42.022	46.833



图 6 1 阶模态变形图

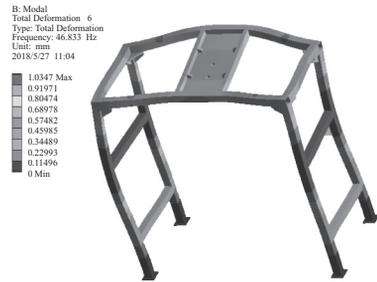


图 11 6 阶模态变形图



图 7 2 阶模态变形图



图 8 3 阶模态变形图

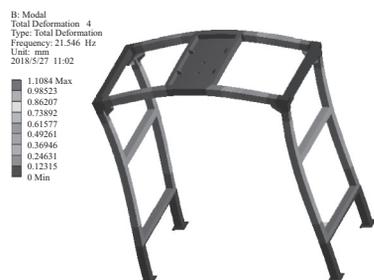


图 9 4 阶模态变形图

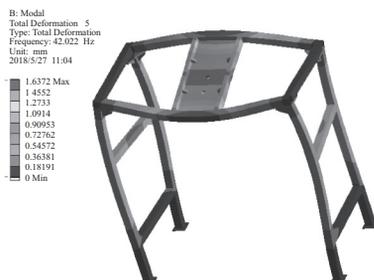


图 10 5 阶模态变形图

由图6-图11可以看出,1阶振型主体框架整体沿 y 轴方向摆动,由下向上摆动,幅值逐渐增加;2阶振型主体框架整体沿 x 轴方向摆动,同样也是由下向上摆动,幅值逐渐增加;3阶振型主体框架整体绕 z 轴发生了扭转,转动角度由下至上逐渐增加;4阶振型主体框架沿 z 轴摆动,摆动幅值由中心向两侧逐渐减小;5阶振型主体框架以 yOz 平面为对称面做绕 y 轴旋转的对称摆动,摆动幅值由对称面向两侧逐渐减小;6阶振型主体框架以 yOz 平面为对称面做沿 z 轴方向的对称摆动,摆动幅值由对称面向两侧逐渐减小。因此可以看出缠膜机工作时主体框架发生共振的概率特别小,所以主体框架的设计可以满足结构设计要求。

3 结语

摇臂式缠膜机的设计对提高产品的包装质量具有重要意义。本文对摇臂式缠膜机的总体结构进行了设计,在此基础上,应用 ANSYS Workbench 软件对主要机构进行了有限元分析,验证了结构设计的合理性。

设计能够完成对长方体结构外部的缠膜包装,其结构可以为相似产品的缠膜机设计提供一定的参考。

参考文献:

- [1] 陈营,陆佳平,李国华,等. 装袋机连续开袋机构设计[J]. 包装工程,2016,37(17):177-181.
- [2] 浦广益. ANSYS Workbench 基础教程与实例讲解[M]. 北京:中国水利水电出版社,2010.
- [3] 黄志新. ANSYS Workbench 16.0 超级学习手册[M]. 北京:中国工信出版集团,2016.
- [4] 张培东. 基于 ANSYS Workbench 的减速机齿轮箱的有限元分析和结构优化[D]. 北京:北京建筑大学,2016.
- [5] 武宜梁,李祥,张臣,等. 振动筛有限元模型的建立及其模态分析[J]. 机械制造与自动化,2017,46(1):107-110.
- [6] 何西阳. 基于 SolidWorks 的齿轮设计计算及三维建模型系统的开发[D]. 青岛:青岛大学,2015.

收稿日期:2018-08-17