

基于 Solidworks Simulation 码垛机械手末端 执行器导杆静力学分析

何庆中, 王明超, 赵献丹

(四川理工学院机械工程学院, 四川 自贡 643000)

摘要: 文章利用 Solidworks 建立码垛机械手末端执行器三维设计模型, 并直接应用 Solidworks 软件中的 Solidworks Simulation 分析计算模块对码垛机械手末端执行器抓手导杆进行了有限元静力学分析计算, 验证了采用 Solidworks 建立三维数学模型, 直接应用 Solidworks 软件中的 Solidworks Simulation 插件模块进行机械构件的有限元分析计算方法和步骤的正确性, 有效避免了其它三维设计建模软件与分析计算软件之间的双向转换操作和数据转换缺陷等问题, 对相关工程技术人员具有一定参考价值, 并提供了一种实用的分析计算方法。

关键词: Solidworks; Solidworks Simulation; 末端执行器; 静力学分析

中图分类号: TP242.2 TP391.72

文献标识码: A

引言

工业机器人不仅仅是用来代替人类完成一些具有危险的、重复性的, 以及无法完成的工作, 还被广泛用于工业生产领域, 以提高产品质量和生产效率, 降低劳动强度和生产制造成本。目前工业机器人已被广泛的应用于焊接、喷涂、搬运和装配等工业领域^[1]。随着工业机器人越来越广泛的应用, 为满足不同企业的生产需求, 工业机器人的设计及研究具有了更大的灵活性、挑战性。

应用计算机三维 CAD 设计与分析技术模拟工业机器人的操作运动过程和关键性能指标测试代替实物样机性能检测, 具有设计质量高、周期短、风险小和成本低的特点。目前, 最常用的三维设计分析软件有 Pro/ENGINEER、CATIA、Solidworks 和 Autodesk Inventor 等。其中 Solidworks 是一套基于 Windows 操作系统开发的三维 CAD 软件, 具有强大的建模、参数化设计和性能分析等功能, 同时易学易用和二次开发技术创新的特点, 并且全中文操作界面更加方便操作^[2]。

Solidworks Simulation 是一种基于有限元分析(即 FEA 数值)技术的设计分析软件, 是 SRAC 公司开发的工程分析软件产品之一。2003 年, SRAC 公司与 Solid-

works 公司合并。COSMOS Works 公司推出的 2009 版被重命名为 Solidworks Simulation^[3], 并将 Solidworks Simulation 软件作为相对独立的系统整合在 Solidworks 中, 提供了如压力、频率、约束和热量等分析功能, 而且 Solidworks Simulation 的分析模型和结果与 Solidworks 共享一个数据库资源, 有效实现了三维设计软件与分析计算软件之间的数据共享和自动转换, 在生成的集合模型上可以直接定义诸如载荷、约束边界条件、生成几何特征分析计算模型, 自动更新三维设计与分析计算的原始参量、计算过程和结果数据库, 同时可将分析计算结果直接显示在 Solidworks 设计模型上^[4], 有效避免了其他三维设计建模软件与分析计算软件之间的双向转换操作和数据转换缺陷。本文首先在 Solidworks 中建立码垛机械手末端执行器模型, 然后直接应用 Solidworks Simulation 插件模块进行末端执行器导杆的有限元静力学分析计算, 并详细讲述了有限元静力学分析计算的步骤, 对从事该行业的工程技术人员具有一定的指导作用。

1 码垛机械手的 Solidworks 建模

研究码垛机械手末端执行器主要针对诸如酒类、食品、药品和家用电器工艺及工艺生产过程产品等包装产

品从自动化生产线上提取进行自动码垛的夹持机构^[5],其机构的灵活性、夹持可靠性、对被夹持产品的安全性是本机构设计的关键所在,对其进行有限元分析的目的在于保证上述要求的前提下,尽可能优化降低末端执行器的重量和惯量,提高码垛机械手的码垛定位精度和自动化程度。

码垛机械手末端执行器的结构特点和 SolidWorks 模型如图 1所示,气缸带动左挡板沿导杆方向运动实现对包装产品的抓取工作。

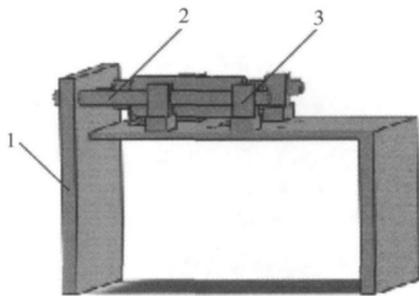


图 1 码垛机械手末端执行器 SolidWorks 模型
1—挡板 2—导杆 3—导杆支架

机械手夹紧货物的情况下,通过 SolidWorks Simulation 插件模块对导杆进行有限元静力学分析,以便优化设计导杆机构。选取有限元分析模型如图 2所示。

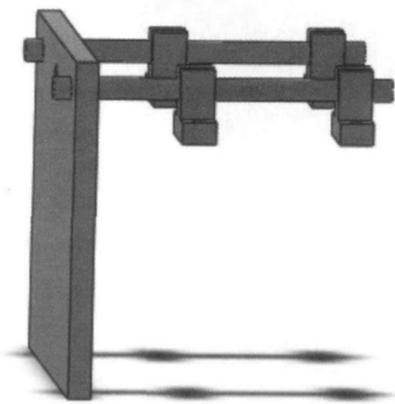


图 2 导杆分析模型

2 码垛机械手导杆 SolidWorks Simulation 静态力学分析

2.1 码垛机械手 Simulation 模型的建立

在 SolidWorks 界面下,点击工具 >> 插件,选取 SolidWorks Simulation 插件,此时在 SolidWorks 工具条中显示图标,点击该图标进入 Simulation 界面,点击文件打开导杆分析模型。单击主工具栏算例顾问,在其下拉菜单中选择按钮,出现对话框如图 3所示,在名称中输入名称为导杆分析,选择静态,点击确认。

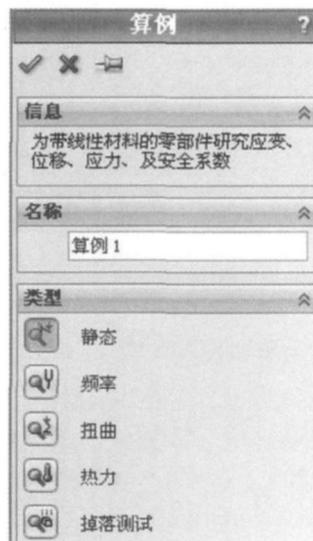


图 3 算例对话框

2.2 导杆分析计算材料属性定义

点击工具栏应用材料图标,或在管理器中右击“零件”在弹出菜单栏中选择“应用材料到所有”。在弹出的材料属性管理器中选取高强度铝合金 7050 点击应用添加到所有零部件。此时,在 SolidWorks Simulation 管理器中,零件图标表出现复选标记,表明已完成零件材料属性定义。

2.3 给导杆分析模型添加约束及负荷

2.3.1 给导杆分析模型添加约束

在有限元静力学分析中,必须采用足够的约束来稳定模型^[6]。本文将导杆支架设为固定约束模型。步骤如下:单击夹具固定下的固定几何体,选择支架底面,如图 4所示。

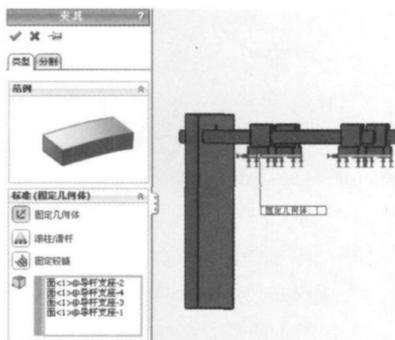


图 4 选择“夹具固定”

2.3.2 施加载荷

经计算作用在挡板上的力为 178.2N,酒箱与挡板夹持位置关系如图 5所示,挡板受力部分在下半部,所以在施加载荷时要对挡板进行分割。

在装配图条件下,对挡板进行分割,发现无法生成

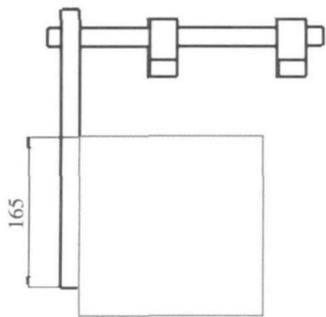


图 5 酒箱与挡板的夹持位置关系

草图, 这是因为分割图形需要在零件图中进行, 而使用 SolidWorks Simulation 进行分析, 分析的模型和结果与 SolidWorks 共用一个数据库, 在零件图中的分割结果会准确的反应在装配模型上, 首先需对挡板进行分割处理。分割步骤如下: 首先在 Simulation 界面下选择新算例 >> 静态分析, 点击外部载荷顾问 >> 力, 选择分割, 选择生成草图, 在挡板上做草图如图 6 所示, 点击退出草图, 保存文件; 然后, 打开导杆分析模型, 点击外部载荷顾问 >> 力, 输入压力 178.2N, 施加载荷后的导杆分析模型如图 7 所示。

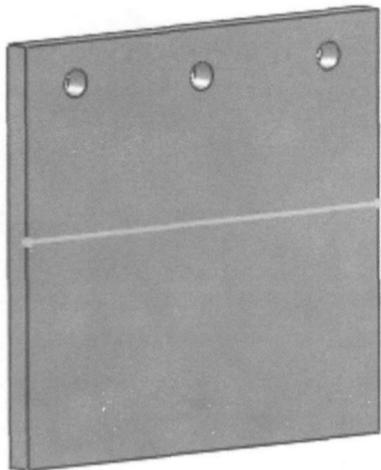


图 6 挡板加入分割线



图 7 施加载荷后导杆分析模型

2.3.3 划分网格及静力学分析

(1) 划分网格

在 SolidWorks Simulation 管理器中右击网格, 选点击生成网格, 按照默认值划分网格, 得到网格化后的导杆分析模型如图 8 所示。

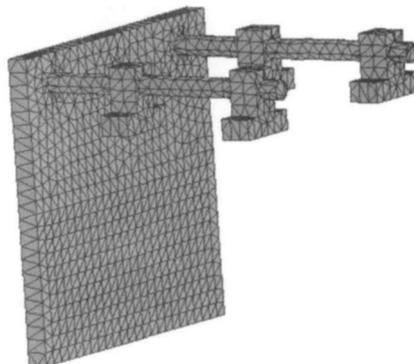


图 8 网格化后的导杆分析模型

(2) 静力学分析

点击运行, 开始求解, 得到导杆的应力应变图解如图 9 图 10 所示。直观的展示了导杆的应力应变分布。分析结果表明导杆的强度能够满足工作要求。

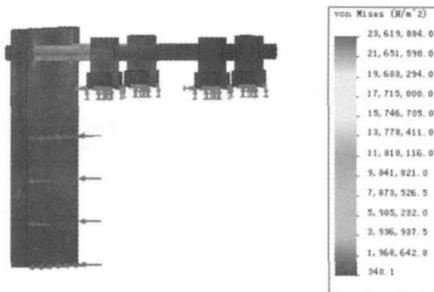


图 9 应力图解

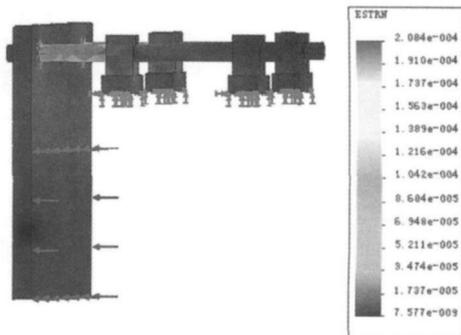


图 10 应变图解

3 结论

本文通过 SolidWorks 建立码垛机械手末端执行器

三维设计模型,并直接应用 SolidWorks 软件中的 SolidWorks Simulation 分析计算模块对码垛机械手末端执行器抓手导杆进行了有限元静力学分析计算,分析计算结果表明导杆强度能够满足使用要求,进一步验证了本文提出采用 SolidWorks 建立三维数学模型,直接应用 SolidWorks 软件中的 SolidWorks Simulation 插件模块进行机械构件的有限元分析计算方法和步骤,具有较好的实用推广价值,有效避免了其它三维设计建模软件与分析计算软件之间的双项转换操作和数据转换缺陷等问题,提高了直接采用三维设计软件中分析计算插件模块进行有限元分析的可靠性,以及实用性,对相关工程技术人员的具有一定的参考价值。

(1) SolidWorks Simulation 软件与 SolidWorks 软件完全整合,当模型改变的时候,分析的数据库也会相应地自动更新,计算结果也能直接显示在 SolidWorks 模型上。

(2) 在装配体环境下,在局部施加载荷,不能够直接在装配体中进行分割,应该在该零件中进行,本文应用 SolidWorks Simulation 的特点,介绍了分割图形的方法。

(3) 通过对码垛机械手末端执行器抓手导杆进行了有限元静力学分析计算,分析计算结果表明导杆强度能

够满足使用要求,进一步验证了本文提出采用 SolidWorks 建立三维数学模型,直接应用 SolidWorks 软件中的 SolidWorks Simulation 插件模块进行机械构件的有限元分析计算方法和步骤的正确性。

参考文献:

- [1] 郭洪红. 工业机器人技术 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2006
- [2] 江洪, 江帆, 陆利锋, 等. SolidWorks 机械设计实例解析 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2006
- [3] SolidWorks SolidWorks Simulation 高级教程 2009 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2009
- [4] 江洪, 陈燎, 王智, 等. SolidWorks 有限元分析实例解析 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007
- [5] 芮执元, 马占义. 铝锭码垛机械手框架的应力分析与优化 [J]. 机械设计与制造, 2010(5): 141-143
- [6] 李伟光, 刘建华. 基于 ANSYS 的工业机器人小臂有限元静态分析 [J]. 机械技术与机床, 2010(5): 61-63.

Static Analysis for Holding Rod of Palletizing Robots on SolidWorks Simulation

HE Qing-zhong WANG Ming-chaq ZHAO Xian-dan

(School of Mechanical Engineering Sichuan University of Science & Engineering Zigong 643000, China)

Abstract In this article, SolidWorks 3D software is used to draw the end actuator 3D solid model of palletizing robots and the end actuator rod is taken to FEM analysis on SolidWorks Simulation software. Its Results validate that the way of SolidWorks Simulation Steps described in details is correct. It is effectively to prevent the operation of converting data problems and defects from designing 3D solid model to FEM analysising in other 3D solid modeling software used for FEM analysis of mechanical components with some reference value to researchers for static analysis of mechanical components and providing methods of the practical application.

Key words SolidWorks, SolidWorks Simulation, end actuator, static analysis