

Operational Structure Design of a Working Robot

Daiyong Gao, Jie Dang

Zhaotong Power Supply Bureau, Yunnan Power Grid Co., Ltd., Zhaotong Yunnan
Email: 248400248@qq.com

Received: Apr. 5th, 2019; accepted: Apr. 22nd, 2019; published: Apr. 29th, 2019

Abstract

At present, the domestic industrial operation generally has high risk, and the industrial operation process has high labor intensity, low production efficiency, and the bad working environment is not suitable for workers to work for a long time. Therefore, in all kinds of high-risk operation process, it is necessary to adopt intelligent operation, and the operation robot is meeting the needs of development, so this paper puts forward the hand of operation robot execution structure. The claw is designed to meet the grasping function requirements of the working robot. Based on the three-dimensional Solid Works software, the model structure design of the gripper is carried out, and the three-dimensional solid model is imported into Ansys Workbench for motion simulation analysis, which verifies the rationality of the gripper structure design. The device can improve working conditions, increase productivity and realize mechanization and automation.

Keywords

Operation Robot, Claw Structure, Motion Simulation

一种作业机器人执行结构手爪设计

高代勇, 党杰

云南电网有限责任公司昭通供电局, 云南 昭通
Email: 248400248@qq.com

收稿日期: 2019年4月5日; 录用日期: 2019年4月22日; 发布日期: 2019年4月29日

摘要

目前国内工业作业普遍具有较高的危险度, 且工业作业过程劳动强度大, 生产效率低, 恶劣的工作环境

并不适于工人长期作业, 因此在各种高危作业过程中, 采用智能化的作业是十分必要的, 而作业机器人正满足了发展的需求, 因此本文对作业机器人执行结构的手爪进行了设计以满足作业机器人的抓取功能要求。基于三维Solid Works软件对手爪进行了模型结构设计并将三维实体模型导入Ansys Workbench中进行了运动仿真分析, 验证了手爪结构设计的合理性。该装置可改善劳动条件, 提高生产率, 实现机械化、自动化。

关键词

作业机器人, 手爪结构, 运动仿真

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2015 年我国则推出了“中国制造 2025”国家顶层战略, 同时也同步提出了“中国智造”的计划, 旨在促进我国智能化技术的快速发展。在这样的背景下工业机器人现阶段已经获得了较大的发展, 同时在今后的应用也必然会得到进一步的推广[1]。目前我国的工业作业过程劳动强度大, 生产效率低, 恶劣的工作环境并不适于工人长期作业, 以带电作业为例, 带电作业是在高压电气设备上不停电进行维修、构件更换和测试的一项特殊的工程技术[2]。这是不同电压等级输、配电线路上出现问题时, 避免维修停电, 保证正常供电的非常有效的措施。目前在我国人工带电作业中是一直被采用的带电作业方式。人工带电作业的方式能够有效解决配电线路中出现的问题, 但这种作业方式需要操作人员处于高空、露天、高压及高电磁辐射的环境中工作, 导致跌落或高压触电等引发的伤亡事故不断发生[3]。因此, 根据我国的实际情况, 在带电作业这种高危作业过程中, 采用智能化的作业是十分必要的, 而作业机器人正满足了现代化电力发展的需求。

而且目前我国的工业作业过程很多都存在劳动强度大、生产效率低、工作环境恶劣的情况, 在这种情况下并不适于工人长期作业, 由此进行作业机器人结构设计, 以改善劳动条件, 提高生产率, 实现机械化、自动化。本文设计了一种可用于复杂工况的作业机器人末端操作器, 基于三维 Solid Works 软件对手爪进行了模型结构设计并对该模型进行了运动仿真, 验证了手爪结构设计的合理性。详细分析了机器人手爪的结构设计, 并对该机器人手爪进行了运动学模型仿真分析。

2. 机器人手爪整体结构设计及工作原理

根据实际的所需加工的工件, 在辊锻阶段为直径在 25~40 mm 之间的圆形棒料, 采用 V 形块加紧方式(图 1), 并且在中间的板处, 开小口槽, 使工件在加紧时, 保持双线加紧, 增强加紧的稳定性。

设计机器人的卡爪部分时, 考虑安全因素, 该手爪需要具备自锁功能, 参考设计手册以及国内外成熟的机器人末端执行器的结构设计, 其传动方式选用传动稳定、结构紧凑、具有自锁功能的普通蜗轮蜗杆机构, 采用直流伺服电机驱动[4] [5] [6]。由三维结构图 2, 主传动为一蜗杆带动两蜗轮进行旋转, 两蜗轮通过键带动与之相连的轴旋转, 进而带动轴上的齿轮旋转, 齿轮再带动与卡爪固定在一起的齿条上下移动, 从而实现卡爪的张合; 在卡爪的背部增添与之相连的滑块和直线导轨, 固定并限制卡爪只能上下移动, 并且减少张合过程中的摩擦阻力[7] [8]。

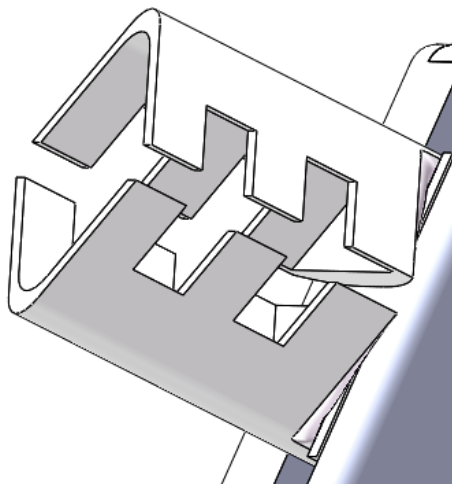


Figure 1. Robotic end execution claw structure diagram
图 1. 机械手末端执行手爪结构图

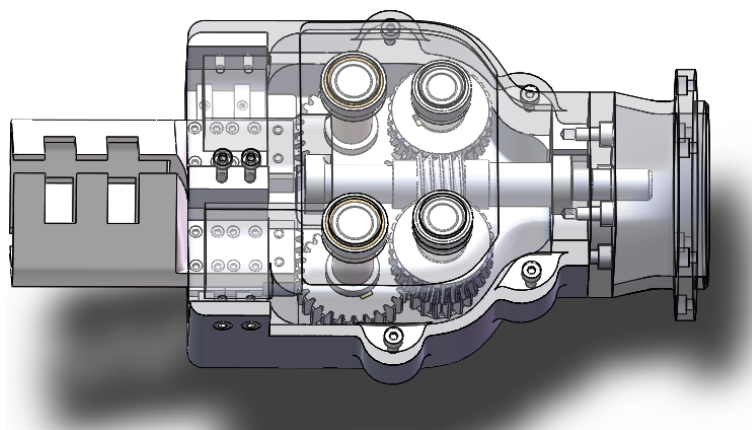


Figure 2. Hand three-dimensional structure
图 2. 手部三维结构

该设计中, 传动过程虽然传动较为复杂, 蜗轮蜗杆的效率较低, 但是它能够很好的实现直径在 25~40 mm 不同规格的连杆棒料的抓紧, 内部结构紧凑, 外形尺寸小, 并且整体结构刚性较好, 加紧过程中平稳可靠, 能够实现自锁, 保证在意外情况下(气源气压不足或者断气、断电), 卡爪必须保持抓紧工件, 不许松开, 以免高温引起火灾及其他伤害。

3. 机械爪运动仿真分析

Solid works 是市面上常见的 CAD 建模软件。利用 Solid works 可以建立机械爪的三维实体模型[9]。由于机械爪在受力情况下, 各个传动部件均可能产生一定程度的变形, 这样的位置偏移会造成末端机械爪位置的误差。同时, 由电机输出的力和扭矩在经过传递机构时会产生一定的损失和延时, 因此有必要对建立的机械爪三维实体模型进行静力学和动力学分析, 以便检查机械爪在正常工作过程中的运动轨迹是否符合预期。

Ansys 是最常用的 CAE 分析软件之一, 利用该软件进行可以对虚拟机械系统进行静力学、运动学和动力学分析, 了解复杂机械系统设计的运动性能[10]。

本文将利用 Solid works 中建立三维实体模型导入 Ansys 中进行分析, 通过设定电机输出轴扭矩的条

件, 实现机械爪结构的运动仿真分析。

3.1. 机械手的运动模型建立

在 Solid works 环境下, 建立机械爪传动部件的三维实体模型, 如图 2 所示。主要有与电机相连接的蜗杆、齿轮轴、齿条等组成。主传动为一蜗杆带动两蜗轮进行旋转, 两蜗轮通过键带动与之相连的轴旋转, 进而带动轴上的齿轮旋转, 齿轮再带动与卡爪固定在一起的齿条上下移动, 从而实现卡爪的张合。

3.2. 机械爪的运动模型运动仿真

将建立后的 Solid works 模型导入至 ansys workbench 之中, 考虑到本文主要是研究受力情况下传递系统和夹具末端的位移误差, 因此删除多余外壳部件。只保留内部蜗杆、蜗轮、齿条以及执行爪结构, 如下图 3 所示。

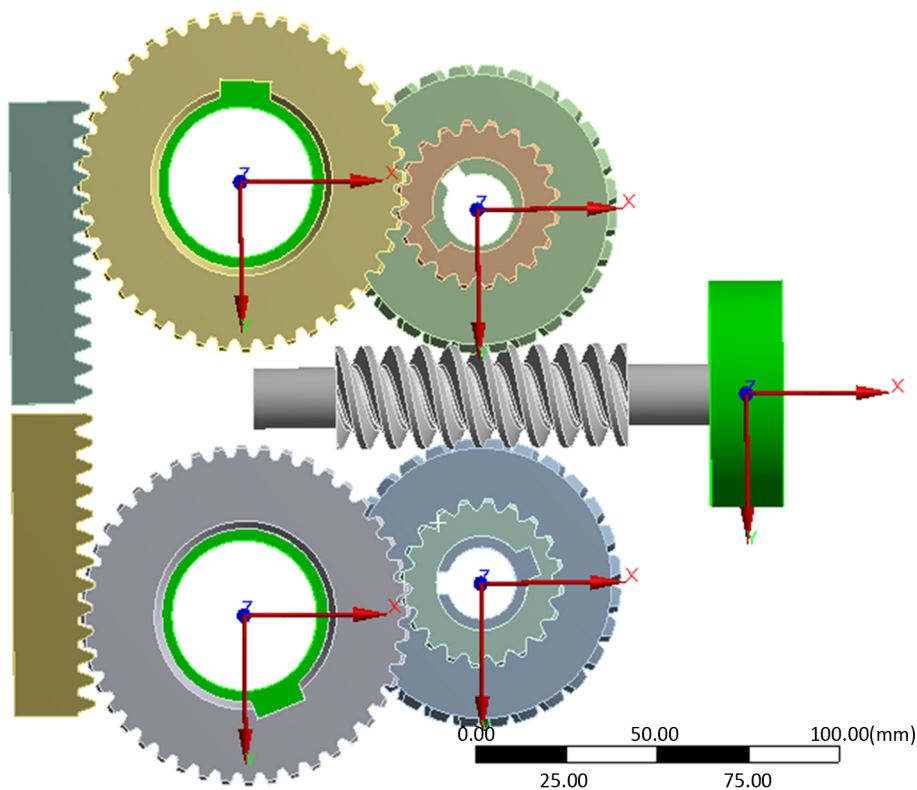


Figure 3. Mechanical claw drive structure diagram

图 3. 机械爪传动结构图

依次将蜗杆与齿轮、齿轮与齿轮、齿轮与齿条直接的接触定义为摩擦接触。蜗杆的右端与伺服电机输出轴相连接, 对蜗杆右端圆柱面施加等速运动的旋转运动, 模拟电机在正常工作情况下驱动机械爪抓取和释放操作。选取齿条末端的位移为测量值, 如下图 4 所示, 生成位移变化曲线。

根据位移曲线图结果, 可以看出由于蜗轮与蜗杆、齿轮与齿条以及传动齿轮之间存在一定的间隙和摩擦, 所以实际机械爪末端位移与理论计算有一定差异。在初始的电机启动阶段, 即使电机输出轴产生一定的扭矩和角度, 但是传动系统直接的间隙和弹性变形的效果使得末端无明显位置变化。由于机械爪在受力情况下有一定的弹性变形, 在输出扭矩不断增大情况下, 弹性变形量增大, 当扭矩超过一定值时, 末端的位移大于理论的计算值。

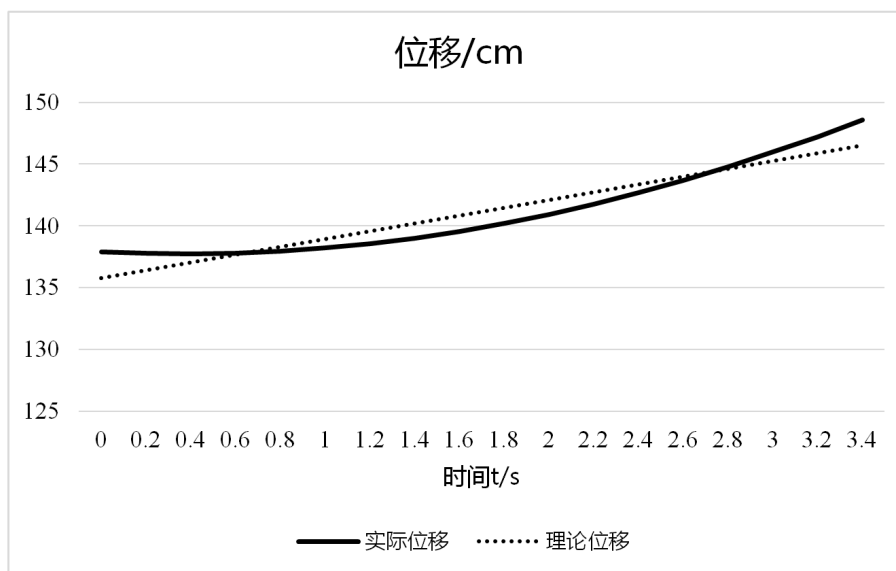


Figure 4. Displacement curve

图 4. 位移变化曲线

4. 结束语

本文对作业机器人执行结构的手爪进行了设计以满足作业机器人的抓取功能要求。基于三维 Solid Works 软件对手爪进行了模型结构设计并将三维实体模型导入 Ansys Workbench 中进行了运动仿真分析, 验证了手爪结构设计的合理性。该装置可改善劳动条件, 提高生产率, 实现机械化、自动化。

参考文献

- [1] 张国庆. 关于工业机器人技术在当前的应用及未来发展[J]. 科技创新, 2018(16): 11.
- [2] 戚晖. 高压带电作业机器人及其跟踪装配系统的研究[D]: [博士学位论文]. 天津: 天津大学, 2003.
- [3] 鲁守银, 张宗尧, 历秉强. 带电作业自动化技术[J]. 电气时代, 2002(7): 14-16.
- [4] 王明黔, 黄伟莉, 章国庆. 一种可调式机械手末端执行器的结构设计[J]. 科技广场, 2016, 173(4): 178-181.
- [5] 张凯良, 杨丽, 张铁中. 草莓收获机器人末端执行器的设计[J]. 农机化研究, 2009, 31(4): 54-56.
- [6] 高荣慧. 工业机械手设计[M]. 合肥: 合肥工业大学出版社, 2014: 36-37.
- [7] 濮良贵, 纪名刚. 机械设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [8] 杨可桢, 程光蕴. 机械设计基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [9] 朱宏兴, 王柏森, 李远航, 等. 基于 Solid Works 的机械式工业机器人末端执行装置的设计与实现[J]. 河南科技, 2018, 140(5): 30-32.
- [10] 王富耻, 张朝晖. ANSYS10.0 有限元分析理论与工程应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2326-3415，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：airr@hanspub.org