

张宝龙. 基于 Matlab/Simulink 的液压支架四连杆机构动力学分析[J]. 煤矿机电, 2021, 42(1): 61-63. doi: 10.16545/j.cnki.cmet.2021.01.016

基于 Matlab/Simulink 的液压支架四连杆机构动力学分析

张宝龙

(平顶山天安煤业股份有限公司, 河南 平顶山 467000)



扫码移动阅读

摘要: 在连杆质心运动分析的基础上, 基于牛顿-欧拉法推导了液压支架四连杆机构各构件的动力平衡方程, 将方程在 Matlab/Simulink 软件中集成构建液压支架四连杆机构的动力学数值仿真模型。在给定输出点运动规律的条件下, 可计算出四连杆机构各关节的约束反力变化曲线, 为液压支架的优化设计提供了基础。

关键词: 液压支架; 四连杆机构; 动力学

中图分类号: TD355⁺.41

文献标志码: B

文章编号: 1001-0874(2021)01-0061-03

Dynamic Analysis of Four-Bar Linkage Mechanism of Hydraulic Support Based on Matlab/Simulink

ZHANG Baolong

(Pingdingshan Tian'an Coal Industry Co., Ltd., Pingdingshan 467000, China)

Abstract: Based on the motion analysis of the mass center of the connecting rod, the dynamic balance equations of the four-bar mechanism of hydraulic support were derived based on Newton-Euler method. The equations were integrated into the Matlab/Simulink software to construct the dynamic numerical simulation model of the four-bar mechanism of the hydraulic support. Under the condition of given motion pattern of output point, the change curve of constraint reaction force of each joint point of four-bar linkage mechanism can be calculated, which can provide the basis for the optimal design of hydraulic support.

Keywords: hydraulic support; four-bar linkage; dynamics

0 引言

四连杆机构是液压支架的核心结构, 它由前连杆、后连杆、掩护梁和底座构成, 如图 1 所示。四连杆机构的合理设计是液压支架在煤矿综采面稳定工作的重要保障^[1-3]。液压支架四连杆优化设计的前提是掌握其动力学特性, 为此学者们在四连杆机构运动特性方面进行了研究。汤卓等^[4]根据尺寸参数几何关系建立了四连杆机构的非线性运动方程, 采用弦截法对非线性方程进行了迭代求解。梁超^[5]基于 SolidWorks 软件建立了液压支架四连杆机构的三维模型, 并研究了该类型机构的运动特性。杨磊等^[6]以后连杆倾角为自变量建立了液压支架反四连杆机构的通用数学模型。韩凤霞等^[7]采用

UG 对液压支架四连杆机构进行了整体建模, 然后针对四连杆机构的运动进行了仿真研究。然而, 目前的研究大多都是针对四连杆机构的运动分析, 对机构动力学的研究较少。

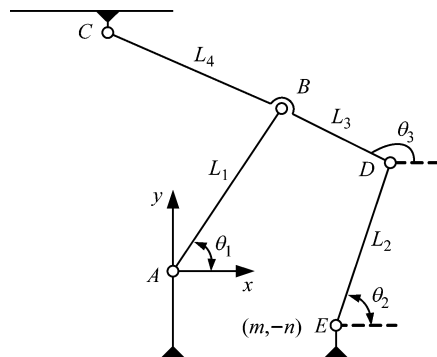


图 1 液压支架四连杆机构

得各连杆的位置和速度值,再将这些运动参数输入至动力学模块中进行求解。

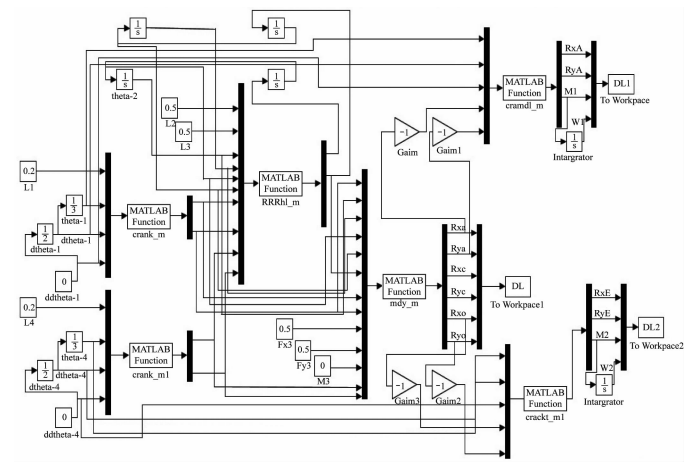


图 4 动力学 Simulink 仿真模型

3 仿真实例

图 1 所示的液压支架四连杆机构各构件均为匀质杆,各构件的尺寸分别为 $L_1 = 730, L_2 = 940, L_3 = 340, L_4 = 1\ 030, m = 440, n = 320$,长度单位为 mm,各连杆的横截面积均为 $2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$,密度为 $7\ 850 \text{ kg/m}^3$ 。假设铰接点 C 在液压支架升降过程中匀速运动,利用 Simulink 模型对四连杆机构动力学进行数值仿真。

图 5 和图 6 分别给出了液压支架四连杆机构运动过程中各铰接点在 x 和 y 方向上的约束反力曲线。

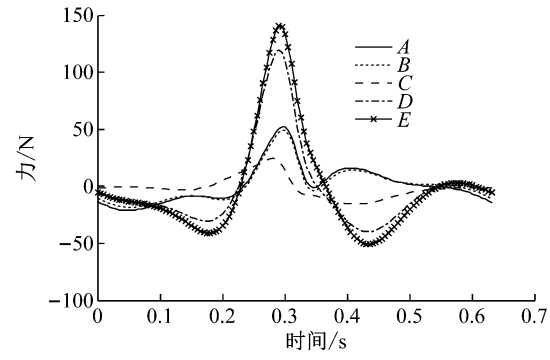


图 5 各铰接点 x 方向约束反力

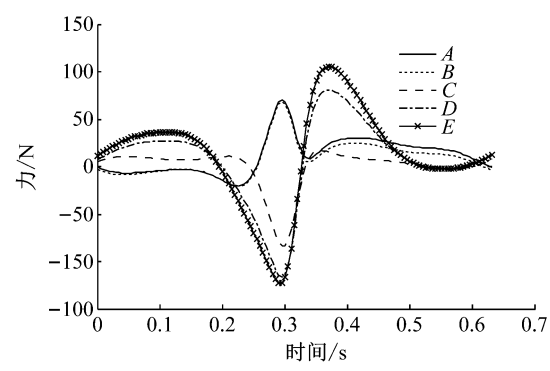


图 6 各铰接点 y 方向约束反力

从图中可以看出,铰接点 C 所受到的约束反力最小,这是由于仿真模型中未考虑顶板的重量。后连杆与机架的铰接点 E 的约束反力最大,表明 E 点的承载力较大,这是由于四连杆机构运动过程中重心位置距离 E 点较近。此外,各铰接点的约束反力曲线变化比较光滑,说明了该液压支架四连杆机构设计的合理性。

4 结论

本文利用牛顿-欧拉法对液压支架四连杆机构各连杆进行了动力学分析,推导了各连杆的动力平衡方程,在 Matlab/Simulink 模块中建立了液压支架四连杆机构的动力学仿真模型。在已知各构件尺寸和输出点运动规律条件下,能够计算出各铰接点的约束反力,仿真结果证明了该分析方法的有效性。

参考文献:

[1] 牛剑峰. 液压支架自适应控制系统设计[J]. 煤矿机电, 2019, 40(5): 8-11.

[2] 赵龙. 薄煤层综采工作面液压支架的选型与应用[J]. 煤矿机电, 2019, 40(3): 79-81.

[3] 周保卫. 液压支架四连杆机构运动学分析[J]. 煤矿机电, 2018(4): 78-80.

[4] 汤卓, 刘雯雯, 王志. 基于弦截法液压支架四连杆机构运动分析[J]. 煤矿机械, 2015, 36(4): 172-174.

[5] 梁超. 基于 SolidWorks 的液压支架四连杆机构变参数化仿真分析[J]. 矿山机械, 2011, 39(3): 18-20.

[6] 杨磊, 王新亚, 许日成, 等. 反四连杆机构液压支架顶梁运动轨迹分析[J]. 矿山机械, 2013, 41(8): 28-30.

[7] 韩凤霞, 胡登高, 范迅. 液压支架四连杆机构的三维建模和运动仿真[J]. 煤矿机械, 2006, 27(9): 67-68.

作者简介:张宝龙(1973—),男,高级工程师。2016年毕业于平顶山学院电气工程及其自动化专业,现主要从事煤矿机电设备研究和管理的工作。

(收稿日期:2020-02-10;责任编辑:贺琪)