

ZF7200型放顶煤液压支架的有限元分析

刘建英, 刘 军

(河南工程学院 机械工程系, 河南 郑州 450007)

[摘要] 依据国内最新制定的液压支架试验标准, 选取ZF7200型放顶煤液压支架, 分析了其整架有限元受力情况, 通过对该架模拟仿真, 不仅得出整个ZF7200型放顶煤液压支架的应力和变形分布, 而且得出重要结构件的应力分布状况, 为放顶煤液压支架的设计提供理论依据。

[关键词] 液压支架; 有限元; 分析

[中图分类号] TD355.41 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1006-6225(2012)01-0072-03

Finite Element Analysis of ZF7200 Top-coal Caving Powered Support

针对液压支架试验的现状, 提出利用SolidWorks结合Simulation对ZF7200液压支架进行三维建模和空间受力分析, 从而为设计ZF7200液压支架及其重要结构件提供参考信息, 以解决样机试验中存在的问题。

1 制定分析方案

1.1 工程实际问题

对ZF7200放顶煤液压支架进行有限元分析, 支架具体参数如表1。

表1 ZF7200型掩护式液压支架参数

项目	参数
高度/mm	1800~3300
中心距/mm	1500
宽度/mm	1410~1580
初撑力/kN	6185 ($P=31.5\text{MPa}$)
工作阻力/kN	7200 ($P=36.68\text{MPa}$)
支护强度/MPa	0.92~0.933
底板比压/MPa	2.83~2.87
前端比压/MPa	-0.39~1.56
采高/m	2.6~3.0
适合煤层倾角/°	<20

1.2 确定分析类型

液压支架型式试验按有关标准执行^[1-3], 型式试验是模拟井下各种危险工况对支架进行加载, 是检验支架的设计和制造质量的重要方式。

本文只对顶梁扭转和底座两端集中载荷(简称工况1)、顶梁偏载和底座两端集中载荷(简称工况2)进行支架主体结构件的强度分析。

根据我国最新制定的《液压技术通用技术条件》(MT312-2000)对液压支架进行有关强度试

验。工况1试验时, 支架高度为支架的最大高度减去行程的1/3, 根据ZF7200型掩护式液压支架的参数可算出其试验支架高度为2800mm; 工况2试验时, 支架高度为支架最低高度加300mm, 支架试验高度为2100mm。工况1条件下试验压力为额定压力的1.2倍, 即8640kN; 工况2条件下试验压力为额定压力的1.1倍, 即7920kN。

1.3 分析软件选取

采用SolidWorks构建支架三维实体模型, 以SolidWorks Simulation对支架进行静强度分析。

2 ZF7200型放顶煤液压支架的有限元分析

2.1 创建特征模型

SolidWorks软件的零件环境中通过特征造型生成支架的所有部件模型, 然后在装配环境中进行装配。总装模型如图1所示。

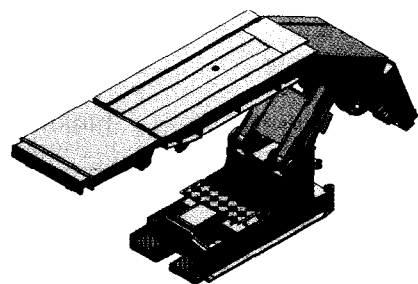


图1 液压支架三维实体模型

2.2 定义材料属性

零部件的材料为Q465, 其属性如表2所示。

2.3 划分网格

整机网格划分采用四面体实体网格单元, 结果

[收稿日期] 2011-09-19

[作者简介] 刘建英(1973-), 女, 山西大同人, 讲师, 在读博士生, 主要从事机械方面的教学和研究。

表 2 Q465 材料明细

属性	数值
弹性模量/ (N · mm ⁻²)	210000
泊松比	0.3
抗剪模量/ (N · mm ⁻²)	318.9
质量密度/ (kg · mm ⁻³)	7850
张力强度/ (N · mm ⁻²)	30
屈服强度/ (N · mm ⁻²)	465
热导率/ (W · (m · K) ⁻¹)	0.2256
比热/ (J · (kg · K ⁻¹))	1386

如图 2 所示。网格化后，最大单元大小 60mm，最小单元大小 12mm，节总数 256390 个，单元总数 135416 个。

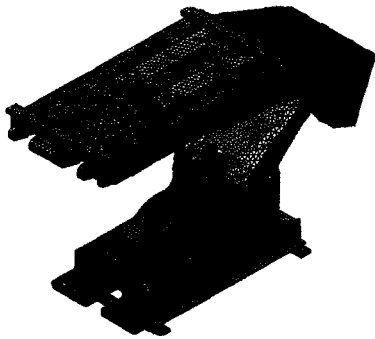


图 2 液压支架整机网格化

2.4 定义边界条件

由于实际受力情况复杂，为了简化起见，对垫块进行固定。底座和前连杆、底座和后连杆、掩护梁和前连杆、掩护梁和后连杆、掩护梁和顶梁均采用销钉约束来代替实际的销，以减少计算量，零件之间采用无穿透接触。

在计算中不把试验台对垫块的作用力当作外力来考虑，而是将垫块作为 ZF7200 放顶煤液压支架整个结构的边界约束条件来处理。对于 ZF7200 放顶煤液压支架的内加载实验来说，外载荷只有立柱对顶梁和底座柱窝所加的载荷。对于 ZF7200 放顶煤液压支架主结构的应力分析中，不考虑立柱和柱窝的局部应力，因此，假定立柱传递给柱窝的外力均匀作用于柱窝表面^[7-8]。

2.5 求解

根据分析类型，本分析选择 FFEPlus 求解器进行计算。

2.6 后处理

工况 1 有限元分析应力云图、位移云图及顶梁应力分布，见图 3 ~ 图 5。

从有限元分析的云图结果可以看出，在工况 1 下，应力集中在顶梁和底座的中部，与实际受力情况相符。用应力探测器探测顶梁主要受载部位应力

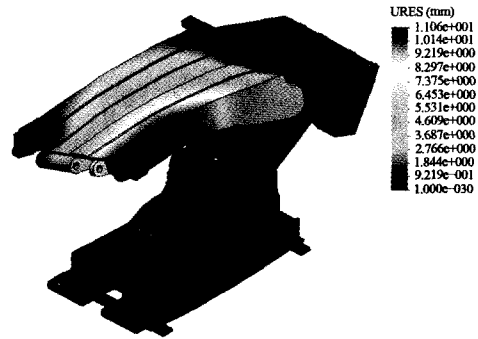


图 3 工况 1 下整架应力

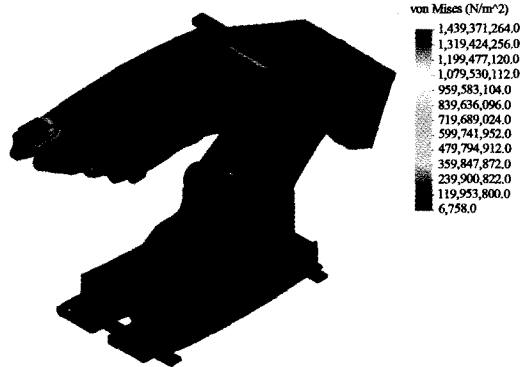


图 4 工况 1 下整架位移

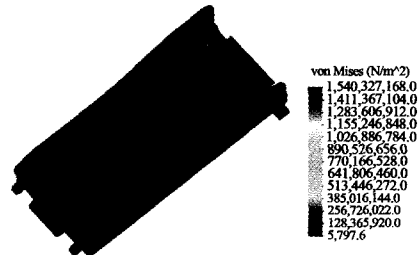


图 5 工况 1 下顶梁应力分布

在允许的范围之内，由图示可以看出最大应力出现在加载块附近，这是由于试验加载引起的应力集中，并且远离主要受载区，所以不予考虑，因此，在本工况下液压支架是安全的。

工况 2 有限元分析应力云图、位移云图及顶梁应力分布，见图 6 ~ 图 8。

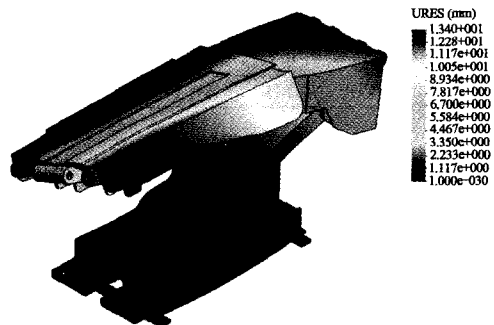


图 6 工况 2 下整架应力

从有限元分析的云图结果可以看出，在工况 2

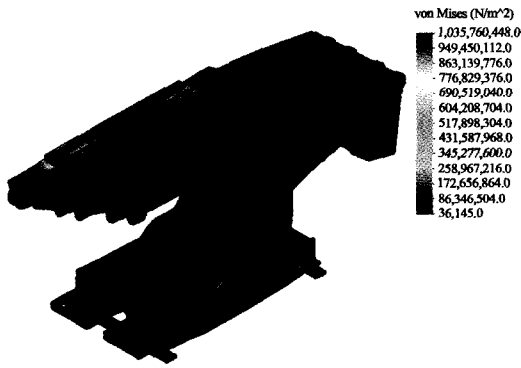


图 7 工况 2 下整架位移

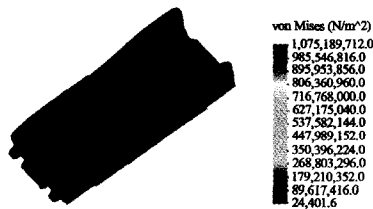


图 8 工况 2 下顶梁应力分布

下，顶梁和底座的变形较大，与实际工况受力变形一致。用应力探测器探测顶梁主要受载部位应力在允许的范围之内，由图示可以看出最大应力出现在加载块附近，这是由于试验加载引起的应力集中，并且远离主要受载区，所以不予考虑，因此，在本工况下液压支架是安全的。

(上接 4 页)

元多判据综合模型，对边坡的稳定性进行了预测，获得了该边坡的判据指标值为： $V_1 = 1120\text{mm}$ ， $V_2 = 2.64\text{mm/d}$ ， $V_3 = 90^\circ$ ， $V_4 = 11\text{mm}$ ， $V_5 = 13\text{mm}$ 。根据式 (1) 得出模糊物元，通过层次分析法确定各判据的权重为 $W = (0.3914, 0.1642, 0.3181, 0.0816, 0.0446)$ 。对该模糊物元进行标准化和差平方，最终得出各稳定性等级分界值和预测区域的贴近度值 (如表 2)。

表 2 稳定性等级分界值和预测区域的贴近度值

等级标准	I	II	III	IV	预测区域
ρH_j	1.000	0.7579	0.6012	0.5372	0.8680

经过欧式贴近度值的排序，可以发现预测区域的贴近度值在 I、II 之间，所以可以确定该露天煤矿边坡工作帮的稳定性等级为较稳定。

4 结论

(1) 结合模糊物元理论，将露天矿边坡稳定性预测的各单一判据进行信息融合，建立了露天矿

3 结论

通过本文的研究，解决了 ZF7200 型放顶煤液压支架的三维建模与静强度分析，得出 ZF7200 型放顶煤液压支架的应力、变形情况，以及重要结构件的应力分布情况，为放顶煤液压支架的设计提供理论依据。

[参考文献]

- [1] 中华人民共和国煤炭行业标准. MT312-2000 液压支架通用技术条件 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2000.
- [2] 鲁忠良, 景国勋. 液压支架设计使用安全辨析 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2006.
- [3] 赵衡山. 国内液压支架试验规范浅析 [J]. 煤炭科学技术, 1997, 25 (3): 18-20.
- [4] 杜长龙, 肖世德. 液压支架计算机辅助分析与设计 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2001.
- [5] 王国法, 徐亚军, 等. 液压支架三维建模及其运动仿真 [J]. 煤炭科学技术, 2003, 31 (5): 78-81.
- [6] 张立荣. 三维 CAD 技术在机械设计中的应用 [J]. 煤炭技术, 2011 (2): 16-18.
- [7] 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.
- [8] 赵喜敬, 于淑政, 范进楨, 等. 低位放顶煤液压支架的运动模拟分析 [J]. 矿山机械, 2000, 28 (5): 25-26.

[责任编辑: 徐亚军]

边坡多判据综合预报模型。

(2) 应用建立的预报模型，对实际工程边坡的稳定性进行了预测，得出了边坡处于较稳定状态，与边坡的实际状态相符。

(3) 实例证明该预测模型有较好的可靠性和实用价值。

[参考文献]

- [1] 张斌, 雍歧东, 肖芳淳. 模糊物元分析 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1997.
- [2] 李凡月, 刘文生. 模糊物元模型在采煤沉陷区稳定性综合评判中的应用 [J]. 煤炭学报, 2011, 36 (S1): 79-82.
- [3] 李秀珍, 许强. 滑坡预报模型和判据研究 [J]. 灾害学, 2003, 18 (4): 71-78.
- [4] 周雪亭. 露天矿边坡稳定性影响因素的灰关联分析 [J]. 安徽冶金科技职业学院学报, 2005, 15 (2): 67-69.
- [5] 王文忠, 冉启发, 孙世国, 等. 露天边坡与山体边坡复合体稳定性分析 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2001.
- [6] 孙树海, 曹兰柱, 张立新. 露天矿边坡稳定性的模糊综合评判 [J]. 辽宁工程技术大学学报, 2007, 26 (2): 177-179.

[责任编辑: 蓝航]