

# ZY6400/21/45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, 河南 郑州 450007)

**摘要:**在设计ZY6400/21/45型放顶煤液压支架时,利用SolidWorks结合Simulation对该支架进行三维建模,并进行受力分析;依据国内制定的最新有关液压支架的试验标准,选取了ZY6400/21/45型放顶煤液压支架整架分析的多种危险工况之下的一种进行计算机模拟仿真;通过对该架模拟仿真,得出了整个支架的应力和变形分布,也得出了重要结构件的应力分布和模拟状况。

**关键词:**ZY6400/21/45型液压支架;有限元;模拟仿真

**中图分类号:**TD355.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1003-0506(2012)02-0011-03

## Finite Element Analysis on ZY6400/21/45 Sublevel Caving Hydraulic Support

Liu Jianying, Liu Jun

(Henan Institute of Technology, Zhengzhou 450007, China)

**Abstract:** When ZY6400/21/45 sublevel caving hydraulic support is designed, SolidWorks software was used combined with Simulation to make three-dimensional model and to make force analysis. According to the new hydraulic support test standards in China, the computer simulation was made under a working condition which had been selected in many dangerous working conditions on the whole support analysis of ZY6400/21/45 sublevel caving hydraulic support. Through analysis and simulation tests, not only the distribution of pressure and deformation of the whole support but also the stress distribution and simulation conditions were got about ZY6400/21/45 sublevel caving hydraulic support.

**Keywords:** ZY6400/21/45 type hydraulic support; finite element; analog simulation

随着液压支架试验标准的不断完善,液压支架强度试验越来越贴近井下支架的实际工况,试验的标准也越来越高<sup>[1-2]</sup>。目前我国液压支架的强度试验仍然主要是实际工程试验,而且还存在诸多不足:①样机试验要在制作出样机后才能进行,只能检验设计,不能在形成产品(样机)之前指导设计,更不能早发现产品设计缺陷;②样机试验只能获得少数几个点的应力情况,所得试验数据非常有限,无法全面了解和正确评价支架结构各部位的强度,不能满足全部设计需要;③液压支架的强度试验耗资耗时较大,一般样机制造需花费30万~40万元,试验费用约2万元,且要占用生产周期1个多月。

针对液压支架试验现状,笔者利用SolidWorks结合Simulation对ZY6400/21/45型放顶煤液压支架进行三维建模和空间受力分析,从而可在一定程

度上代替实际工程试验。

### 1 分析类型及试验参数

本文对掩护式ZY6400/21/45放顶煤液压支架进行有限元分析。液压支架检验按有关标准执行<sup>[1-3]</sup>,如MT312—2000《液压支架通用技术条件》。强度试验是模拟井下各种危险工况(顶梁两端集中载荷和底座两端集中载荷、顶梁扭转和底座两端集中载荷、顶梁偏载和底座两端集中载荷、顶梁中部集中载荷和底座两端集中载荷、底座两端集中载荷、顶梁两端集中载荷和底座扭转)对支架进行加载,是对支架的设计和制造质量检验的重要方式。由于篇幅限制,只对顶梁两端集中载荷和底座两端集中载荷工况进行支架主体结构件的强度试验。

根据MT312—2000对液压支架进行有关强度试验的要求,对顶梁两端集中载荷和底座两端集中载荷试验时,支架高度为支架的最大高度减去行程的1/3。因此,在对顶梁两端集中载荷和底座两端集中载荷进行分析时,根据ZY6400/21/45型掩护

收稿日期:2011-09-27

作者简介:刘建英(1973—),女,山西大同人,硕士,讲师,2005年毕业于辽宁工程技术大学,主要从事机械方面的教学及研究工作。

式液压支架参数(表1),可算出试验支架高3 800 mm,每次试验均压5 min,每次换1次垫块位置,加载3次。在顶梁两端集中载荷和底座两端集中载荷条件下,压力为额定压力的1.2倍,即7 680 kN。

表1 ZY6400/21/45型掩护式液压支架参数

项目	参数	项目	参数
高度/mm	2 100~4 500	中心距/mm	1 500
宽度/mm	1 420~1 590	初撑力/kN	5 066
对底板比压/MPa	0.5~1.9	工作阻力/kN	6 400
支护强度/MPa	0.98~1.03	泵站压力/MPa	31.5

## 2 有限元模拟分析过程

采用SolidWorks建模模块构建了支架三维实体模型,同时以SolidWorks Simulation为依托,结合静强度分析、运动学仿真、动力学分析等软件模块,组成1个软件集成系统作为液压支架设计系统。对该设计系统而言,建模软件是以支撑平台的形式存在的,各功能软件并行于该建模平台之上。

### 2.1 创建特征模型

液压支架三维实体模型的建立应采用自上而下的方法,即先在SolidWorks软件的零件环境中通过特征造型来生成ZY6400/21/45放顶煤液压支架的所有部件模型,然后在装配环境中按各个装配关系逐个进行支架部件的装配<sup>[4-6]</sup>。重要部件模型这里不再赘述,总装模型如图1所示。

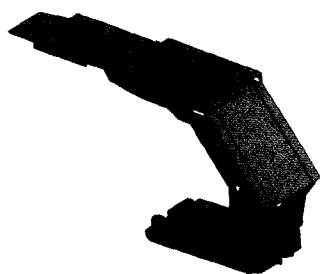


图1 液压支架总装三维模型

### 2.2 定义材料属性

零部件材料为Q465,弹性模量210 000 N/mm<sup>2</sup>,泊松比0.3,抗剪模量318.9 N/mm<sup>2</sup>,密度7 850 kg/m<sup>3</sup>,张力强度30 N/mm<sup>2</sup>,屈服强度465 N/mm<sup>2</sup>。

### 2.3 划分网格

整机采用四面体实体网格单元进行网格划分,网格划分后,最大单元为60 mm×60 mm,最小单元为12 mm×12 mm。网格品质高,节总数256 390

个,单元总数135 416个。

### 2.4 定义边界条件

对生成的有限元模型定义载荷和约束。由于实际受载情况复杂,所以为了简化起见,对受载块进行固定。对底座和前连杆、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,从而减少计算量。零件之间采用无穿透接触。

这里未将试验台对垫块的作用力当作外力,而将垫块作为该煤液压支架整个结构的边界约束条件。就该支架的内加载实验而言,外载荷只有立柱对顶梁和底座柱窝所加的载荷。在该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<sup>[7-8]</sup>。

### 2.5 求解

根据分析类型,选择FFEPlus求解器计算。

### 2.6 后处理

对顶梁两端集中载荷和底座两端集中载荷(调整支架高度3 800 mm,加载荷7 680 kN)这一工况结果进行分析,分析结果可以通过应力云图、位移云图清楚地表达出来(图2—图5)。



图2 整架位移云图

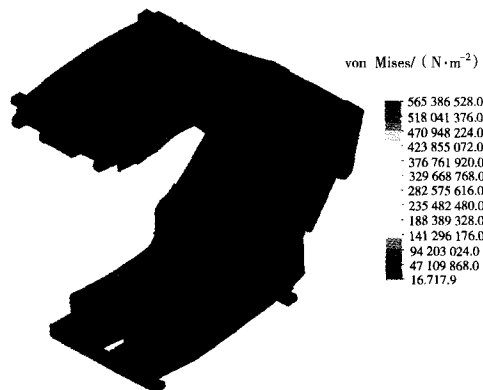


图3 整架应力云图

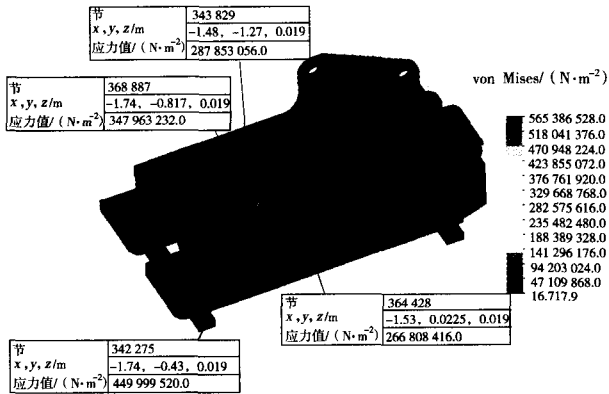


图4 底座应力分布

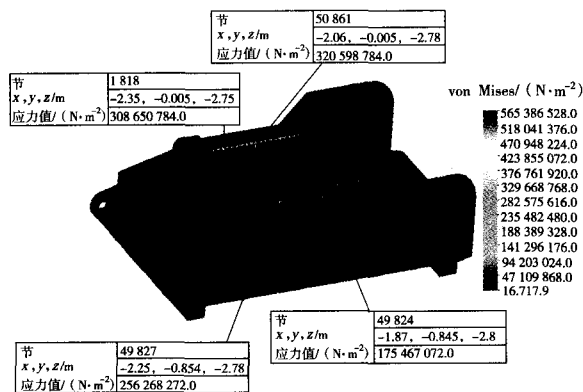


图5 顶梁应力分布

从有限元分析云图结果可以看出,在顶梁两端集中载荷和底座两端集中载荷的条件下,底座和顶梁中部受的应力最大,约420 MPa,但未超过Q465的屈服强度460 MPa。

### 3 结论

本文对反映实际结构的ZY6400/21/45型放顶煤液压支架进行了三维建模及受力分析;依据最新有关液压支架的试验标准,选取了ZY6400/21/45型放顶煤液压支架整架分析的多种危险工况之下的其中一种进行模拟仿真,为ZY6400/21/45型放顶煤液压支架的设计提供了理论依据。

在实际的液压支架加载试验中,可以将此模拟试验的数据作为参考,在应力比较大的部位安置应变片,从而更有目的地进行试验。

### 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(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,孙守山. 液压支架三维建模及其运动仿真[J]. 煤炭科学技术,2003(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,范进桢,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:刘欢欢)

(上接第10页) 但是考虑到在初始阶段巷道内的污染物质并未全部溶解等因素,仍然不能忽视此污染。

(3) 模拟结果除了反映研究区域内地下水污染趋势外,也反映出地下水污染后难以治理的特点。即虽然一定范围内污染物浓度较低,但经过长时间抽水后,采煤巷道涌水处垂向渗透系数将会发生改变,可能会造成其他含水层的污染。实际观测中,还应该关注研究区域内含水层被抽水后产生“越流”补给后带来的污染。

### 参考文献:

- [1] 武强,董东林,武钢,等. 水资源评价的可视化专业软件(Visual

Modflow)与应用潜力[J]. 水文地质工程地质,1999,26(5):21-23.

- [2] 薛禹群,朱学愚,吴吉春,等. 地下水动力学[M]. 北京:地质出版社,2000.
- [3] 金咪,耿庆文. Visual-MODFLOW在淄博高新区地下水流场及水质模拟中的应用[J]. 华北水利水电学院学报,2003,24(3):56-59.
- [4] Laura K. Lautz, Donald I. Siegel. Modeling surface and groundwater mixing in the hyperheic zone using MODFLOW and MT3D[J]. Advances in Water Resources,2006,29(11):1618-1633.
- [5] X. Mao, H. Prommer, D. A. Barry, et al. Three-dimensional model for multi-component reactive transport with variable density groundwater flow[J]. Environmental Modelling & Software, 2006, 21(5):615-628.

(责任编辑:梁郁鑫)