

ABAQUS在向斜构造三维地应力场模拟研究中的应用

第六图书馆

简要介绍了ABAQUS的特点和功能,借助其强大的非线性分析和前后处理功能,对含向斜构造三维地应力场进行了数值模拟研究;认为向斜两翼中部是冲击地压危险区。简要介绍了ABAQUS的特点和功能,借助其强大的非线性分析和前后处理功能,对含向斜构造三维地应力场进行了数值模拟研究;认为向斜两翼中部是冲击地压危险区。ABAQUS 向斜 地应力 数值模拟煤李本军 刘晓芳 王福龙东北煤田地质局沈阳测试研究中心, 辽宁沈阳1100162007第六图书馆

第六图书馆
www.6lib.com

ABAQUS 在向斜构造三维地应力场 模拟研究中的应用

李本军, 刘晓芳, 王福龙

(东北煤田地质局 沈阳测试研究中心, 辽宁 沈阳 110016)

摘要: 简要介绍了 ABAQUS 的特点和功能, 借助其强大的非线性分析和前后处理功能, 对含向斜构造三维地应力场进行了数值模拟研究; 认为向斜两翼中部是冲击地压危险区。

关键词: ABAQUS; 向斜; 地应力; 数值模拟

中图分类号: TD323

文献标识码: B

文章编号: 1005-2798 (2007) 02-0076-02

采矿工程中, 由于研究对象本身及其赋存环境的复杂性, 理论分析存在很大困难。工程师们越来越多地借助数值模拟手段来获得更确切信息。这大大推进了采矿科学的研究和应用。在采矿活动中, 最关心的是工程结构的应力和变形, 而影响应力和变形的外力因素是结构所处的地应力场。有关简单情形地应力场 (如岩层水平或倾斜) 的研究已有很多, 且多采用二维模型简化计算。对于包含象褶皱、断层等地质构造三维地应力场的研究, 由于早期分析软件功能上的原因, 研究成果还很少见, 但这恰恰是必须进行研究的。在 CAE 出现之前, 利用数据文件建立复杂力学模型在实际操作上存在很大困难。CAE 融入 ABAQUS 后, 建模的工作就大大简化, 使许多以前难以处理的问题现在可迎刃而解。本文就是借助 ABAQUS/CAE 建立了含向斜构造的三维地应力场力学模型, 通过数值分析结果来揭示含向斜构造地应力场的一些特点。

1 ABAQUS 介绍

1.1 ABAQUS 的特点

ABAQUS 是国际上最先进的大型通用有限元软件之一, 是美国 HKS 公司 (Hibbit, Karlsson & Sorensen, INC.) 的产品。

1) 极其强大的非线性 (几何、材料和边界) 模拟功能;

2) 极为丰富的单元和材料模型, 可以模拟广泛的材料类型, 如金属、橡胶、高分子材料、复合材料、钢筋混凝土、弹性泡沫、岩石及土壤等地质材料;

3) 高效、稳定模拟超大规模问题的能力;

4) 良好的开放性结构, 易于 2 次开发, 适宜以其为工具进行的科学研究;

5) 网络使用, 不限定在固定的机器上, 使用形式自由。既可以单机运行, 也可以采用服务器/客户端方式运行;

6) 不但可以做单一零件的力学和多物理场的分析, 同时还可以做系统级的分析和研究。这一特点相对于其他的分析软件来说是独一无二。

1.2 ABAQUS 的功能

ABAQUS 软件系统有两个主要分析模块: ABAQUS/Standard 提供了通用的分析能力, 能够求解广泛的线性和非线性问题, 包括结构的静、动态, 热和电反应; ABAQUS/Explicit, 是用于特殊目的的分析模块, 利用对时间的显式积分求解动态有限元方程。它适合于分析像冲击和爆破这样的非线性、瞬态的动态事件, 对高度非线性的准静态问题也非常有效。例如, 模拟加工成型过程中不断改变接触条件的冲压、锻压问题。ABAQUS 还包含一个全面支持求解器的图形用户界面, 即人机交互前后处理模块—ABAQUS/CAE。ABAQUS 对某些特殊问题, 还提供了专用模块来加以解决。

2 用 ABAQUS 模拟向斜构造三维地应力场

2.1 建立力学模型

本文是以华北某矿发生的矿压动力释放现象为背景开展三维地应力模拟研究。根据现场资料, 建立图 1 所示力学模型。

模型规模长、宽、高分别为 1 500 m、300 m、400

收稿日期: 2007-01-21

作者简介: 李本军 (1971-), 男, 山东临邑人, 工程师, 从事技术开发与管理工作。

m. 模型上至下5层, 分别为老顶、直接顶、煤层、直接底、老底, 参数取值见表1。向斜轴倾角为25°。

模型中, 将岩体当作弹性体, 煤体当作弹塑性体, 煤体的屈服应力为1.0 MPa, 强化应力1.2 MPa所对应的塑性应变为0.15。煤体的内摩擦角 β 和膨胀角 ψ 都取30°。

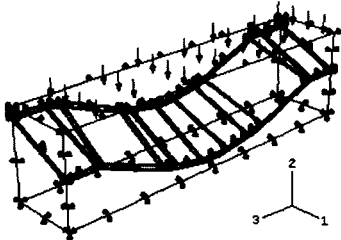


图1 向斜力学模型

2.2 边界条件和载荷情况

垂直1轴的两个面约束沿1方向的位移; 垂直2轴的底面约束2方向的位移, 顶面施加均布荷载9.0MPa; 垂直3轴的两个面根据情况, 或约束3方向的位移, 或施加一定相对位移, 用位移载荷来模拟挤压作用。

表1 材料参数

	密度 $\rho/\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	弹性模量 E/MPa	泊松比 μ
老顶	2 400	3.7e4	0.21
直接顶	2 100	2.5e4	0.28
煤层	1 427	5.0e3	0.35
直接底	2 000	3.0e4	0.24
老底	2 200	3.2e4	0.21

2.3 本构模型

采用线形 Drucker-Prager 模型, 相关流动法则。

屈服准则 $F = q - p \tan \beta - d = 0$ (1)

流动法则 $G = q - p \tan \psi$ (2)

其中 $p = -\frac{1}{3} \text{trace}(\sigma)$ 为等效应力;

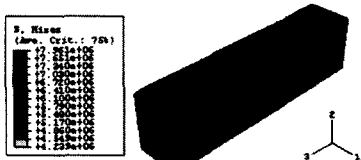
$q = \sqrt{\frac{3}{2} (S:S)}$ 为等效应力。

式中: d 为材料的内聚力; σ 为应力张量; S 为应力偏张量, $S = \sigma + pI$; β 为材料的内摩擦角; ψ 为材料的膨胀角。

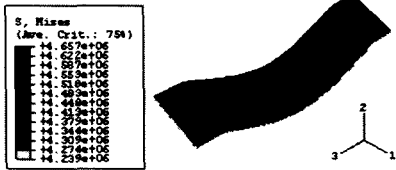
3 数值模拟结果

3.1 第1种加载情况

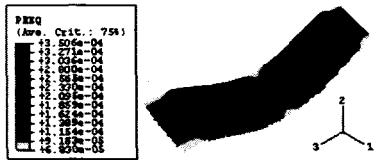
顶面承受均布荷载9.0MPa, 垂直3轴的两面约束3方向的位移。结果如图2所示。



a 向斜整体应力分布



b 煤体应力分布



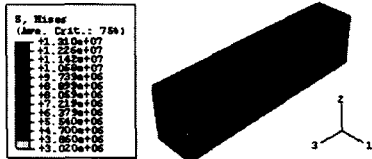
c 煤体等效塑性应变

图2 第1种加载情况的结果

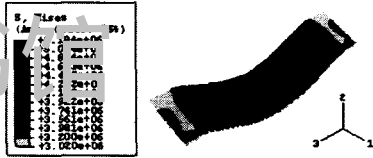
显而易见: 计算结果关于轴面对称; 煤体塑性区的中心在向斜两翼的中部。

3.2 第2种加载情况

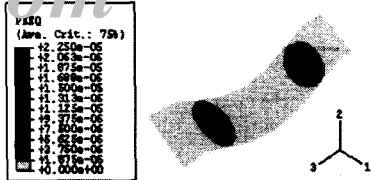
顶面承受均布荷载9.0 MPa, 垂直3轴的两面施加0.3 m的相对位移。结果见图3。



a 向斜整体应力分布



b 煤体应力分布



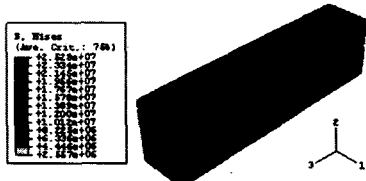
c 煤体等效塑性应变

图3 第2种加载情况的结果

当施加0.2 m相对位移时, 塑性区消失 (这部分结果由于篇幅所限未附上); 当相对位移增大到0.3 m时, 塑性区又开始出现。这表明: 随着相对位移的增大, 塑性区有一个先消失、后又重新出现过程。

3.3 第3种加载情况

顶面承受均布荷载9.0 MPa, 垂直3轴的两面施加0.5 m的相对位移。结果见图4。



a 向斜整体应力分布

煤中各种形态硫测定中应注意的几个问题

刘晓芳, 李本军, 王福龙

(东北煤田地质局沈阳测试研究中心, 辽宁 沈阳 110016)

摘 要: 介绍作者多年煤炭化验工作中积累的经验; 指出, 正确的方法和严格操作是获得准确结果的关键。

关键词: 硫酸盐硫; 硫化铁硫; 有机硫; 过滤; 滴定

中图分类号: TD520.61

文献标识码: B

文章编号: 1005-2798 (2007) 02-0078-02

对煤的炼焦、气化和燃烧, 硫都是十分有害的杂质。其高低, 是评价煤质的重要指标。不同形态硫对煤质的影响不同。因此, 为评价煤炭质量, 不但要知道煤中全硫含量, 而且还要知道各种形态硫的含量; 其准确测定, 不论在工业上还是在煤质研究中, 都有重要意义。

概括起来讲, 3种形态硫是根据其在盐酸及硝酸介质中的不同溶解度来进行分离。

1 导致硫酸盐硫偏差原因

1) BaSO_4 沉淀应当在适当稀的微酸性溶液中进行。在溶液中沉淀, 由于相对过饱和度不大, 均相成核作用不显著, 容易得到易滤、易洗的大颗粒

晶形沉淀; 而且由于晶粒大, 比晶粒小的表面积小, 以及溶液稀, 杂质的浓度也相应减小, 可以使杂质共沉淀现象相应减小, 有利于得到较纯净的沉淀。但溶液不能太稀, 否则, 沉淀溶解 (BaSO_4 在水中的溶解度为 0.0023 g/l) 引起的损失可能超过允许的分析误差。一般, 溶液体积以控制在 $250 \sim 300 \text{ ml}$ 为好。

2) 对硫酸钡沉淀, 在酸性溶液中存在以下反应: $\text{BaSO}_4 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Ba} + \text{HSO}_4^-$ 。由于 HSO_4^- 的离解常数 K 不大 ($K=1.0 \times 10^{-2}$), 可认为是一种弱酸。所以, 当溶液酸度增加时, 就会使上述反应向右进行, 增加 BaSO_4 的溶解度 (酸效应), 而使 BaSO_4 沉淀溶解, 导致测定偏低。

3) 应在不断搅拌下缓慢加入沉淀剂氯化钡。

收稿日期: 2007-01-21

作者简介: 刘晓芳 (1973-), 女, 山东省临邑县人, 现从事煤质化验工作。

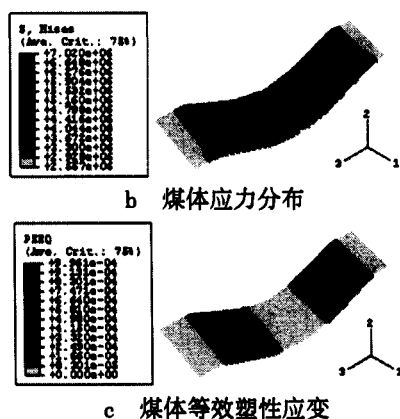


图 4 第 3 种加载情况的结果

通过对图 2 (a)、3 (a)、4 (a) 比较, 可以发现, 随相对位移增大, 整体结构应力的增加十分迅速; 比较图 2 (b)、3 (b)、4 (b) 和图 2 (c)、3 (c)、4 (c) 可见, 随相对位移增大, 煤体中最大应力区和最大塑性应变区都逐渐集中在向斜两翼的中部。

以上结果说明, 在高地应力条件下, 向斜两翼

的中部是冲击地压危险区, 这与 A·克拉维茨的研究结果相符。

1) 随向斜两翼向中心挤压作用的增强, 煤体中的塑性区有一个先逐渐消失, 后又重新出现的过程;

2) 随向斜两翼向中心挤压作用的增强, 向斜结构整体应力的增加十分迅速;

3) 在高地应力条件下, 向斜两翼中部是冲击地压危险区。

参考文献:

- [1] 唐巨鹏, 潘一山. ANSYS 在煤矿开采数值模拟中应用研究 [J], 岩土力学, 2004, 25 (增刊): 329-332.
- [2] G·布霍依诺. 矿山压力和冲击地压 [M] 李玉生译. 北京: 煤炭工业出版社, 1985.

[责任编辑: 李月成]