

古构造应力场数值模拟方法探讨 ——以山西省晋城成庄煤矿区为例

周春梅¹, 章泽军², 李先福¹

(1. 武汉工程大学环境与城市建设学院, 湖北 武汉 430073;

2. 中国地质大学地球科学学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要:从构造模拟目标、构造模型建立、构造模拟三个方面探讨了古构造应力场数值模拟的方法。以山西省晋城成庄煤矿区为例, 根据野外调查和微观构造形迹, 建立平面应力模型和三维地质模型, 确定岩体力学参数、边界条件及岩石破裂准则, 采用大型数值模拟软件 ANSYS 和 FLAC 计算, 确定外力的大小及加载顺序。通过分析研究, 揭示了山西晋城成庄煤矿区历史上曾发生先东西向、后南北向的两期大的构造运动, 加载外力为先东西向加载 60 MPa, 再南北向加载 110 ~ 180 MPa, 这个结果能解释多数地表剪节理和 3[#] 煤中剪节理同时发生。该分析对矿区的危险性分区及瓦斯突出区的预测具有重要的意义。

关键词:古构造应力; 构造模拟; 平面应变; 剪节理

中图分类号: TU452

文献标识码: A

0 引言

古构造应力场模拟是根据地质历史时期构造作用所留下的构造形迹, 恢复或反演古构造应力作用方式、方向、大小、边界条件及其介质所处环境、力学性质在内的构造作用过程。在对古构造应力场数值模拟分析中, 关键问题是地质建模时如何考虑边界条件的应力量值大小和应力加载顺序, 同时必须保证数值模拟体与地质原型间满足相似性原理^[1,2]。

构造模拟大致可分为确立构造模拟目标、抽象或建立构造模型、构造模拟三部分。

构造模拟目标可以定义为判别构造模拟成功与否的重要标志, 通常以野外地质调研为主并综合其他地质信息确定包括构造变形序列与递次变形过程在内的最终变形结果或样式即为构造模拟目标。需要说明的是实现最终变形结果或样式的途经不是唯一的, 只能说它是一种可能的地质作用过程, 是一种合理的解释。

建立构造模型以构造模拟目标为依据, 抽象力学模型, 包括介质(地质体)的形态、力学参数的取舍、不同介质体之间的关系与边界条件以及加载外力的作用方式的确定, 对于多期构造变形问题需要考虑分阶段的边界条件与外力的作用方式, 构造模型能否合理地建立是

收稿日期: 2009-04-02

基金项目: 国家自然科学基金项目 (50874080, 40672187); 武汉工程大学青年基金项目 (Q200805)。

作者简介: 周春梅 (1979-), 女, 博士, 讲师, 主要从事矿山构造应力研究。E-mail: zhouchunmei@163.com

构造模拟的关键。

构造模拟是“以匀代不匀”的基本思想，用有限元法、有限差分法等方法，以海量、大型计算机为工具实施构造模型中不同阶段或过程的运算，提供不同阶段的定量模拟数据。需要指出的是地质历史时期的构造变形具有两大特点：其一是构造变形速率极为缓慢，是一个漫长的时间过程，在这一漫长的变形过程中，变形状态由弹性转化为与时间有关的流变状态；另一特点是构造变形多数或严格地说无一例外的均属大变形问题^[3]，这种与时间有关的流变以及大变形问题是数值模拟中迄今为止尚待探索的难点。

1 构造模拟目标

山西晋城成庄矿区位于华北断块中的吕梁—太行断块沁水块坳东部次级构造单元沾尚—武乡—阳城 NNE 向褶皱带南段。矿区地表仅出露上古生界下石盒子组 (P_{1x}) 石英砂岩至石千峰组 (P_{2sh}) 粉砂岩与细砂互层，受区域性构造的制约，总体为一走向北北东（北部）逐渐转折为北东向（南部）、地层平缓（倾角 $3^\circ \sim 15^\circ$ ，一般在 10° 以内）、倾向北西的单斜构造。在这一单斜构造内虽然构造变形较弱，尚无岩浆岩活动的踪迹，但不同期次的褶皱、断裂，特别是节理变形仍较发育，与区域性构造相比具明显的相似性。

宏观构造调查表明存在早期近南北向褶皱、中期近东西向褶皱横跨叠加构成锅底向下与锅底向上极为平缓的穹盆相间叠加构造样式，揭示早期最大主压应力方向为近东西向，中期最大主压应力方向为近南北向。80 多个地表节理点的有序精细观察与系统测量^①，根据交切关系确定为三个不同的构造序列或三期节理，早期节理所对应的最大主压应力方位是近东西向；中期节理指示最大主压应力方位北北东—南南西向；晚期节理的最大主压应力方位为北西—南东，其中早、中期节理较发育，它们分别为早期近南北向褶皱、中期近东西向褶皱的伴生产物，晚期节理仅零星分布，与之对应的褶皱变形不明显。从地表向下 500 m 即 3[#] 煤顶、底板仍具有相同的变形。可见最终变形结果以早期近南北向与中期近东西向褶皱构造叠加为主体，它们分别对应早期近东西向、中期近南北向外力加载的结果，本文中主要模拟早、中两期构造。这就是构造模拟的目标模型。

根据构造模拟目标建立两种模型。一种方法是平面应力模型，将三维简化为平面均质体，只考虑地表部分，主要是根据野外调研结果建立构造模拟的目标模型，即在早期近东西向主应力 σ_{ew} 及南北向主应力 σ_{sn} 作用下，按相关原则确定边界条件，反演研究区的应力状态。这时应力场中应力集中区与弱变形域可提供预测的功能^[4,5]。另一种方法是三维构造模型，将地质问题抽象为三层至多层处理，其表层与前一类模型相同，不同之处是不仅要满足地表再现目标，同时还需再现深部如 3[#] 煤层中部分或大部分不同期次的节理等基本条件^[6-9]。

需要说明的是地质问题是极为复杂的，无论是平面应力模型还是三维构造模型，在岩性介质、力学性质各方面均为非均匀的，此外所获取的构造变形信息是地质历史时期的变形结果，这种地质历史时期构造作用是否持续至现今尚无佐证，加之力学模拟中的有关力学参数均为常温、常压下的实验结果，与地质历史时期的变形温、压环境相差较大^[10]，上述种种原因说明构造模拟是一个近似性的研究。

① 王生维，等．成庄矿构造地质力学研究报告．武汉：中国地质大学，2008．

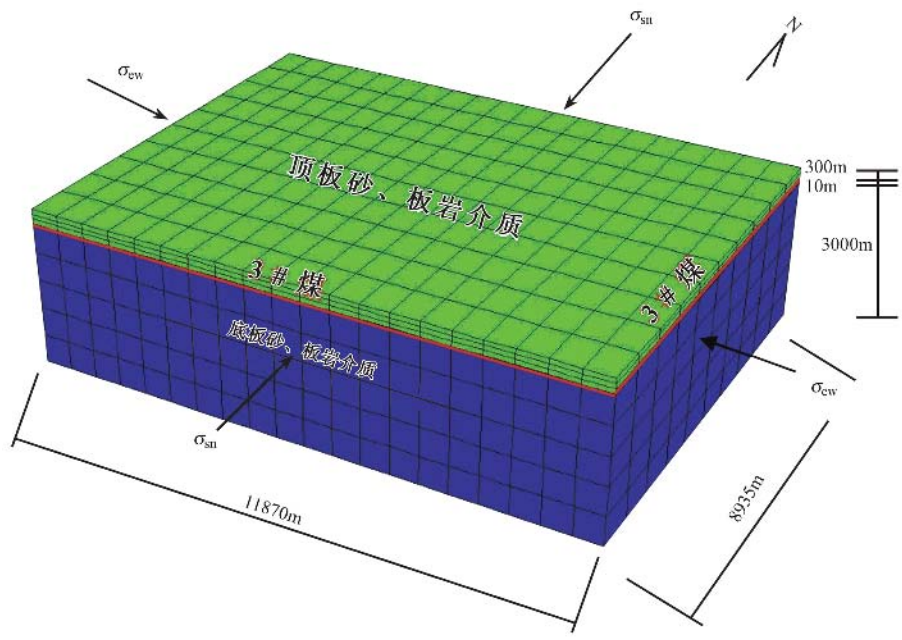


图 2 三维空间模型

Fig.2 Three-dimensional model

获得各层平均力学参数值。表 1 是在综合两次不同时期有限岩石力学测试数据取其平均值所得结果。测试数据中砂岩与泥质岩在力学参数上存在明显差别，特别是弹性模量 E 、黏聚力 c 、单轴抗压强度等方面砂岩分别为泥岩的近 3 倍或 2 倍之多，但考虑到在整个模型中砂岩仅为泥岩介质的三分之一，综合平衡取其平均值仍具有一定的代表。

表 1 岩体力学参数值①

Table 1 Mechanical parameters of rock mass

序号	弹性模量 E/GPa	泊松比 ν	内摩擦角 $\phi/(\text{^\circ})$	黏聚力 c/MPa	容重/ $(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$	单轴抗拉 强度/ MPa	单轴抗压 强度/ MPa
第一层	27.8	0.273	29.6	12.01	2.69	9.21	74.70
3# 煤	0.2	0.450	25.0	3.00	1800.00	0.36	6.74
第三层	17.8	0.230	28.3	10.00	2.64	4.34	46.20

2.3 边界条件的确定

荷载条件：根据 3# 煤层顶、底板不同部位实验结果，计算出 σ_{cw} 在 59 ~ 61 MPa 之间变化，趋于一个常数 60 MPa， τ_0 实验结果近似为常数 20 MPa，调整 σ_{sn} ，当满足多数点同时发生剪破裂时即为构造模拟的最终结果。

约束条件：第一期构造变形，东西方向加载 σ_{cw} ，南北向约束，相当于无穷远处位移为零，垂直方向地表为自由面，向下无穷远处位移为零；第二期构造变形，取第一期构造变形终止时的样式为原形，即在第一期构造变形终止的基础上，进行叠加构造变形模拟，南北方

① 晋城蓝焰煤业成庄矿 3# 煤层顶底板围岩地质力学特征试验报告。太原：太原理工大学矿业工程学院，2004。

向加载 σ_{sn} ，东西向约束，相当于无穷远处位移为零，垂直方向地表为自由面，向下无穷远处位移为零。

2.4 岩石破裂准则的确定

本区节理主要表现为脆性剪切节理，符合莫尔－库伦准则。由莫尔－库伦强度理论及极限平衡条件，剪破坏面法线方向 N 与最大主应力 σ_1 之间夹角为 $(45^\circ + \varphi/2)$ ，且满足如下关系式：

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) + 2c \tan\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) \tag{1}$$

式（1）中摩擦角 φ 是反映地质体抵抗剪切破坏能力的重要参数之一，即野外地质调查 N 组共轭剪破裂面 1、2 的夹角与 $\pi/2$ 差值的绝对值，内摩擦角呈非线性变化原因是介质具明显非均匀性，或由于同一介质不同破裂时期因温压环境等变化所致。将摩擦角 φ 代入公式（1），可得 σ_1 与 σ_3 的关系式，破坏时的最大主应力 σ_1 由数值模拟结果 σ_3 代入公式（1）计算而得，其与数值模拟结果 σ_1 相比较， $|\sigma_{\text{极限状态}} - \sigma_{\text{数值模拟}}| \leq 10 \text{ MPa}$ 为临界状态， $\sigma_{\text{极限状态}} - \sigma_{\text{数值模拟}} > 10 \text{ MPa}$ 为安全状态， $\sigma_{\text{极限状态}} - \sigma_{\text{数值模拟}} < -10 \text{ MPa}$ 为危险状态。临界状态即表示调查点在构造作用下正好发生剪破裂节理，节理走向与调查一致，当临界状态越多时，表明模拟结果越接近历史构造应力，同时也反映加载大小和方式以及材料参数选取合理；安全状态表明调查点没有发生破裂；危险状态表明调查点已经发生破裂。通过试凑法，直至发生临界点个数最多，此时加载应力大小和方式与实际较接近。

3 构造模拟

3.1 平面应力模拟

根据应力叠加原理，将平面应力（见图 1）分解为东西向构造应力 σ_{ew} （问题①）与南北向构造应力 σ_{sn} （问题②）单独作用然后叠加，即将问题①中由东西向荷载计算的节点力导入问题②中，作为问题②中节点的初始应力，然后在问题②中加南北向构造应力。这样操作实质是南北向荷载和东西向荷载分两期作用在模型边界上，如果同时南北向和东西向加荷载而不加约束，容易导致计算不收敛，选择分期加荷载较适宜，其结果与同时加荷载效果等效。问题①和问题②节点与单元划分、力学参数相同，仅单独作用时受力与边界条件有差异，数值模拟采用大型有限元分析软件 ANSYS 8.1 进行模拟^[11]。问题②中南北向构造应力 σ_{sn} 加多大比较适宜是需要探索的，其基本思路是使平面内部和 3[#] 煤层大部分定点的最大主应力 σ_1 与根据莫尔－库伦强度计算的极限状态时最大主应力 σ_1 相一致。

改变加载顺序和应力大小，分别进行构造模拟。

①先加载东西向 $\sigma_{ew} = 60 \text{ MPa}$ ，再加载南北向 $\sigma_{sn} = 110 \text{ MPa}$ （见图 3）。应力计算结果显示 80 个节点中有 51 个发生剪破裂，其中处于临界状态的节点有 29 个，处于危险状态的节点有 22 个，另有 29 个节点处于安全状态。表 2 为部分节点应力计算结果。

②先加载南北向 $\sigma_{sn} = 110 \text{ MPa}$ ，再加载东西向 $\sigma_{ew} = 60 \text{ MPa}$ （见图 4）。应力计算结果显示，80 个节点中有 1 个处于临界状态，有 79 个处于安全状态。

表 2 部分定点应力计算结果

Table 2 Calculated stress at some points

野外定点	野外共轭节理产状		内摩擦角	黏聚力	数值模拟主应力结果/MPa		极限应力	状态判断
	节理 1	节理 2			σ_3	σ_1		
NO2	58	163	15	19	29.4	99.5	99.5	临界状态
NO13	20	95	15	19	29.7	100.0	100.0	临界状态
NO19	55	133	12	19	19.8	102.4	77.1	危险状态
NO20	70	145	15	19	28.5	100.7	97.9	临界状态
NO25	67	145	12	19	31.6	97.0	95.1	临界状态
NO28	50	125	15	19	27.4	95.7	96.0	临界状态
NO38	65	175	20	19	18.7	89.5	92.5	临界状态
NO45	62	142	10	19	29.8	100.1	87.6	危险状态
NO83	70	130	30	19	22.1	103.4	132.2	安全状态
NO84	55	150	5	19	21.6	102.1	67.2	危险状态

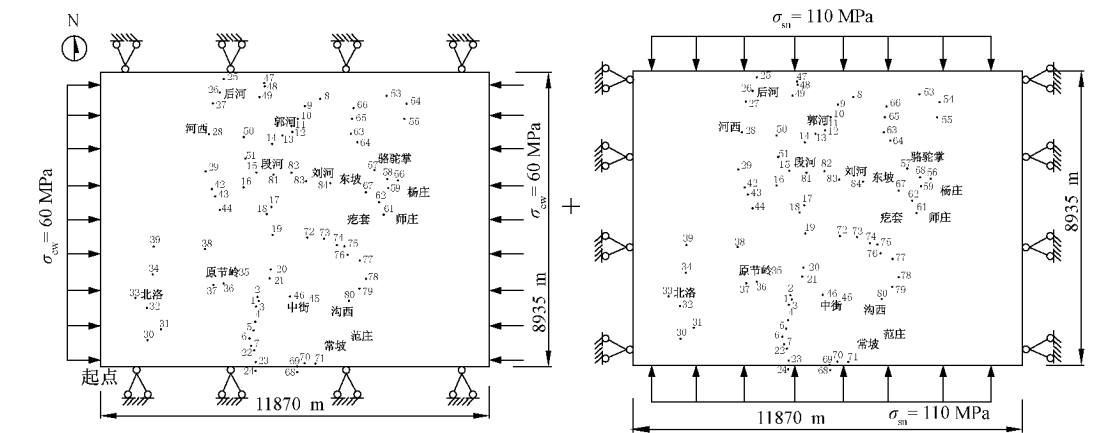


图 3 平面应力模型 1

Fig.3 Plane stress tectonic model 1

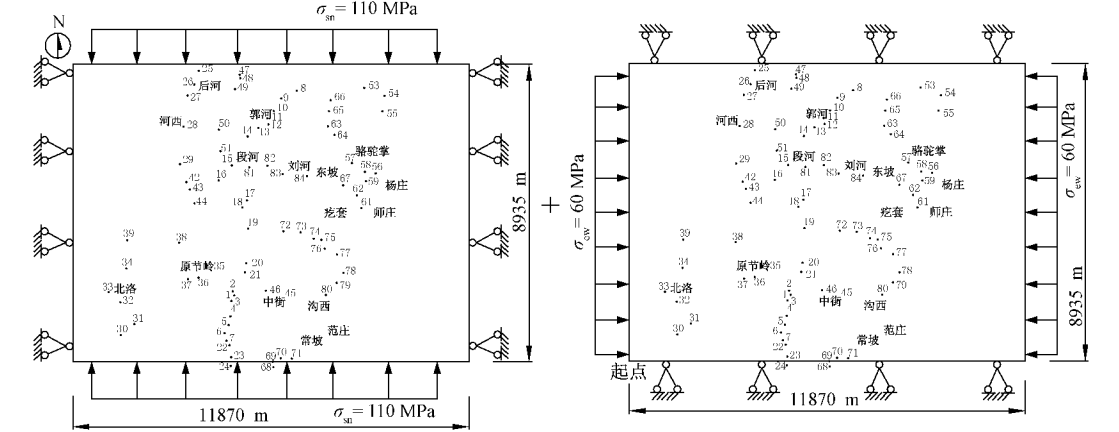


图 4 平面应力模型 2

Fig.4 Plane stress tectonic model 2

③先加载南北向 $\sigma_{sn} = 60 \text{ MPa}$ ，再加载东西向 $\sigma_{ew} = 110 \text{ MPa}$ （见图 5）。应力计算结果显示，80 个节点中有 44 个发生剪破裂，其中处于临界状态的节点有 26 个，处于危险状态的节点有 18 个，另有 39 个节点处于安全状态。发生剪破裂的个数比情况①减少，原因是最后加载东西向的边界比南北向边界要短。

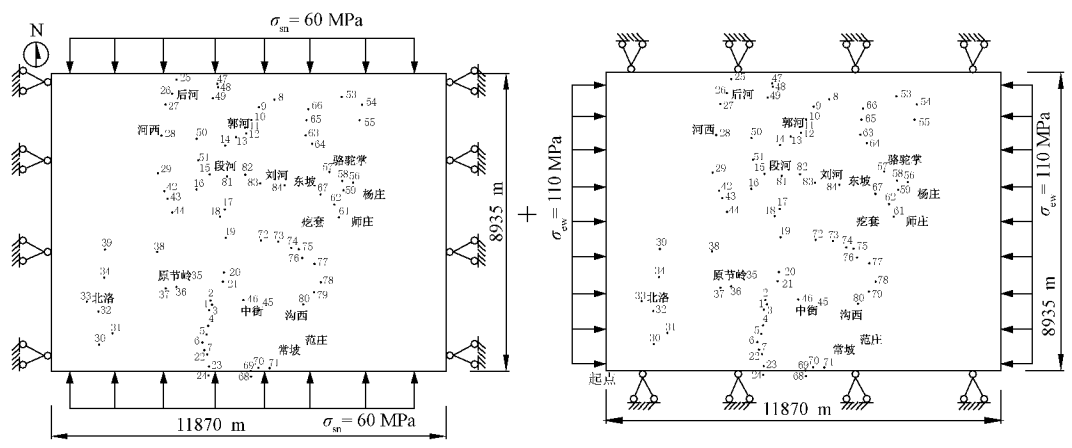


图 5 平面应力模型 3

Fig.5 Plane stress tectonic model 3

- 从不同的构造应力加载顺序和加载方式可以得出以下结论：
- ①构造应力大小不变，不同加载顺序对应力计算结果影响很大，应力计算结果主要受最后加载应力大小的影响；
 - ②应力大小改变，不同加载顺序对应力计算结果有一定的影响，应力计算结果主要受最后加载应力作用范围大小的影响；
 - ③根据构造形迹的叠置关系，本区以先东西向加载 $\sigma_{ew} = 60 \text{ MPa}$ 、后南北向加载 $\sigma_{sn} = 110 \text{ MPa}$ 的加载顺序及应力大小较为适宜。

3.2 三维构造模拟

三维构造模拟考虑自重应力的影响，先计算模型在重力作用下固结应力，自重应力作为第 2 步加载的初始应力，不考虑自重应力产生的位移，将其归为零；再东西向加载 60 MPa，将计算所得应力和位移值作为第 3 步加载的初始应力和位移；再南北向分别加载 110 MPa、150 MPa、180 MPa、210 MPa，比较不同加载大小满足已知地表剪节理及 3# 煤中剪节理的个数。

当先东西向加载 60 MPa，再南北向加载 180 MPa 时，地表和 3# 煤层同时发生剪节理（即临界点）个数最多。80 个地表调查点中有 54 个发生剪破裂，其中处于临界状态的节点有 33 个、处于危险状态的节点有 21 个，另有 26 个节点处于安全状态。3# 煤层 5 盘区应力 12 个节点中有 6 个节点达到临界状态。

无论是平面应力模型还是三维构造模型模拟计算结果均显示：除了靠近边界处由于边界效应引起的应力不均匀外，其余主应力均匀分布，分析其原因有以下几点：

- ①岩层面呈近水平，每个单元（3# 煤层及上覆岩层和下覆岩层）近似采用的岩体参数取平均值；

- ② 没有考虑温度场；
- ③ 模型是一个完整、均匀的整体，而没有考虑岩体中的断层、节理；
- ④ 荷载均匀分布作用在模型的边界，没有考虑历史上分期加载及荷载随深度的变化；
- ⑤ 上覆岩层的厚度按照目前的钻孔资料考虑，没有计算表层被剥蚀岩层的厚度及受到的压力。

3.3 构造模拟结果

平面应力构造模拟结果显示，按照先东西向 $\sigma_{ew} = 60 \text{ MPa}$ ，再南北向 $\sigma_{sn} = 110 \text{ MPa}$ 的加载方式，能使研究区的大部分节点处于临界状态，其中刘河、东坡、骆驼掌、北洛、中街、大尖山属危险区，后河、河西、杨庄、师庄、原节岭、沟西、范庄、疙套属临界区，段河、郭河、老阎庄、稽庄属安全区（见图 6）。三维构造模拟结果显示按照先东西向 $\sigma_{ew} = 60 \text{ MPa}$ ，再南北向 $\sigma_{sn} = 180 \text{ MPa}$ 的加载方式，3# 煤层 5 盘区应力 12 个节点中有 6 个节点达到临界状态（见图 7）。求得的地表主应力迹线显示主应力以南北向为主，靠近边界处应力向东北、北西方向偏转，与宏观和微观揭示的构造信息一致（见图 8）。3# 煤层最大主应力均匀分布，四周边界应力逐渐增大（见图 9）。

均匀应力场下岩体的变形破坏，主要原因是岩体抵抗剪切破坏的能力（内摩擦角）不一致引起的，根据地表调查节理的共轭角计算岩体内摩擦角可得，内摩擦角小即强变形域与危险区（见图 6）的分布相吻合。

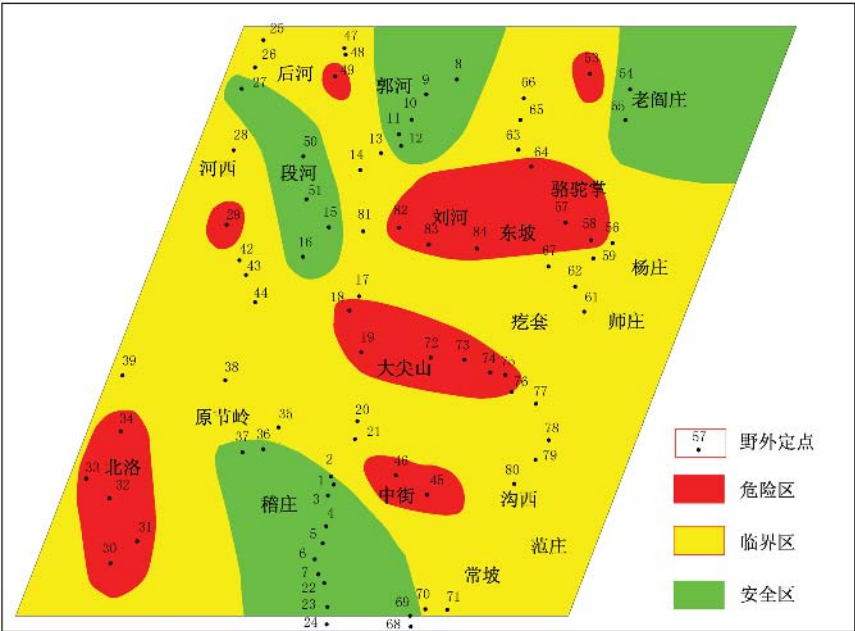


图 6 平面应力模拟结果

Fig.6 Simulated results of plane-stress model

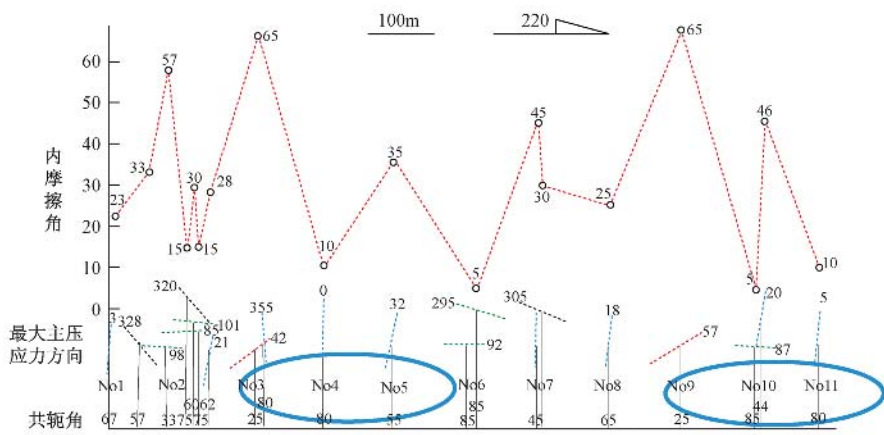


图 7 3# 煤层 5 盘区应力计算结果

Fig.7 Calculated stresses of the fifth panel of 3# coal

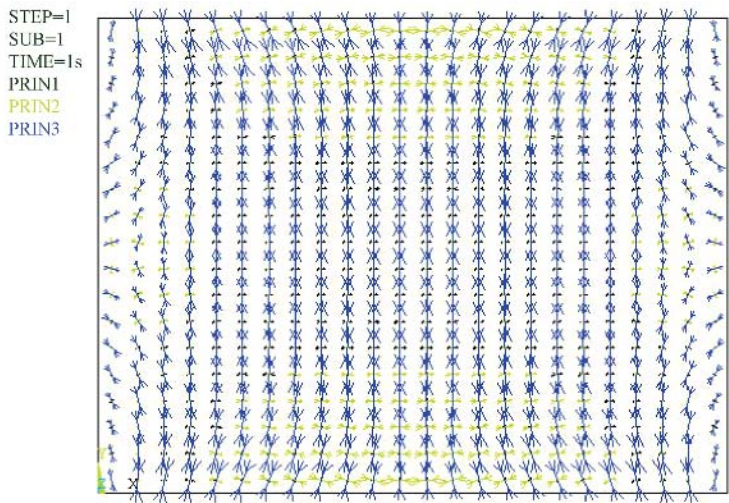


图 8 地表主应力矢量图

Fig.8 Vector map of main stress

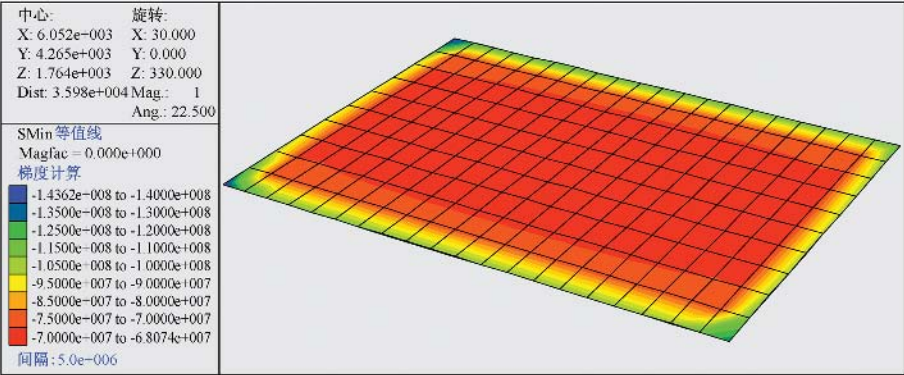


图 9 3# 煤层最大主应力云图

Fig.9 The maximum principal stress of 3# coal

4 结论

以山西晋城成庄煤矿区为例探索性提出构造模拟目标、构造模型建立、构造模拟这一古构造数值模拟思路。首先根据野外构造形迹的判断出发,建立地质模型(平面应力模型和三维模型),并确定岩体力学参数、边界条件及岩石破裂准则,采用大型数值模拟计算软件 ANSYS 和 FLAC,计算定点的最大和最小主应力,利用摩尔-库仑判断准则判断该点处于危险状态、临界状态或安全状态,根据临界状态个数的相对最多确定模型边界条件的构造应力量值的大小及应力加载顺序。

由于岩体抵抗剪切破坏的能力(内摩擦角)不一致,在均匀应力场作用下抵抗变形能力弱的地方发生破裂。

构造模拟分析揭示了山西晋城成庄煤矿区曾发生先东西向、后南北向两期主要的构造运动规律和驱动机理。构造应力的加载方式和加载大小为先东西向加载 60 MPa,再南北向加载 110~180 MPa,能满足多数地表剪节理和 3[#] 煤中已知剪节理同时发生,这些规律为分析山西晋城成庄煤矿矿区危险性分区及瓦斯突出区的预测具有重要的意义。

致谢:本文得到了中国地质大学(武汉)王生维教授、章泽军教授研究课题组的大力支持和晋城煤业集团成庄矿领导的指导和帮助,属集体科研成果,在此一并致谢!

参 考 文 献

- [1] 秦启荣,张烈辉,邓辉,等. 古构造应力量值确定及其在构造地质建模中的应用 [J]. 岩石力学与工程学报, 2004, 23 (12): 3979~3983.
QIN Qi-rong, ZHANG Lie-hui, DENG Hui, et al. Determination of Magnitude of Palaeo-tectonic stresss and application to tectonic geological modeling [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2004, 23 (12): 3979~3983.
- [2] 苏培东, 秦启荣, 黄润秋. 相似性原理在构造应力场数模拟中的应用 [J]. 天然气工业, 2005, 25 (4): 57~60.
SU Pei-dong, QIN Qi-rong, HUANG Run-qiu. Application of simulation theory in the numerical simulation of tectonic stress field [J]. Natural Gas Industry, 2005, 25 (4): 57~60.
- [3] 王连捷, 吴珍汉, 王薇, 等. 青藏高原中段现今构造应力场的数值模拟 [J]. 地质力学学报, 2006, 12 (2): 141~148.
WANG Lian-jie, WU Zhen-han, WANG Wei, et al. Numerical Modeling of the Present Tectonic Stress Field in the Central Qinghai Tibet plateau [J]. Journal of Geomechanics, 2006, 12 (2): 141~148.
- [4] Ingraffea A R, Heuze F E. Finite element models for rock fracture mechanics [J]. International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, 1980, 4 (1): 25~43.
- [5] Nakayama K. Two-dimensional simulation model for petroleum basin evaluation [J]. the Japanese Association for Petroleum Technology, 1988, 53: 41~50.
- [6] 汪吉林, 姜波, 王超勇. 矿井构造应力场的模拟研究—以鲍店煤矿为例 [J]. 地质力学学报, 2007, 13 (3): 239~246.
WANG Ji-lin, JIANG Bo, WANG Chao-yong. Simulation study of the tectonic stress field in mines: A case study of the Baodian coal [J]. Mine Journal of Geomechanics, 2007, 13 (3): 239~246.
- [7] 韩淑琴, 邓军, 杨立强, 等. 三维构造应力场分析在胶东招远—平度断裂带中段深部金矿探查中的应用 [J]. 地质力学学报, 2006, 12 (3): 338~344.
HAN Shu-qin, DENG Jun, YANG Li-qiang, et al. Application of the 3d structural stress field analysis in the deep gold exploration of the central segment of the Zhaoyuan-pingdu fault zone, Jiaodong area [J]. Mine Journal of aeromechanics, 2006,

12 (3): 338 ~ 344.

- [8] 孙晓庆. 古构造应力场有限元数值模拟的应用及展望 [J]. 断块油气田, 2008, 15 (3): 31 ~ 33.
SUN Xiao-qing. Present situation and prospect of application for finite element numerical simulation of palaeotectonic stress fields [J]. Fault-block Oil & Gas Field, 2008, 15 (3): 31 ~ 33.
- [9] 蒋有录, 张乐, 鲁雪松, 等. 基于 ANSYS 的应力场模拟在库车坳陷克拉苏地区的初步应用 [J]. 天然气工业, 2005, 25 (4): 42 ~ 44.
JIANG You-lu, ZHANG Le, LU Xue-song, et al. Kuche Depression, tectonic stress field, oil and gas accumulation and Distribution, fi-nite element simulation [J]. Natural Gas Industry, 2005, 25 (4): 42 ~ 44.
- [10] Jean du Rouehet, Stress fields, A key to oil migration [J], AAPG bulletin, 1981, 65 (1): 74 ~ 86. Association for Petroleum Technology, 1988, 53: 41 ~ 50.
- [11] 周春梅, 卢新海, 李先福, 等. 古今构造应力的对比与危险性评价研究 [J]. 武汉工程大学学报, 2009, 31 (7): 44 ~ 47.
ZHOU Chun-mei, LU Xin-hai, LI Xian-fu, et al. Comparicon of ancient and present tectonic stress and risk evaluation [J]. Journal of Wuhan Institute of Technology, 2009, 31 (7): 44 ~ 47.
- [12] 周春梅, 章泽军, 徐大杰, 等. 古构造应力场数值模拟及危险性预测研究 [J]. 岩土力学, 2009, 30 (7): 2142 ~ 2146.
ZHOU Chun-mei, ZHANG Ze-jun, XU Da-jie, et al. Research on numerical simulation of paleo-tectonic stress fields and hazard prediction [J]. Rock and Soil Mechanics, 2009, 30 (7): 2142 ~ 2146.

ANALYSIS OF NUMERICAL SIMULATION METHOD FOR PALEO-TECTONIC STRESS FIELD

ZHOU Chun-mei¹, ZHANG Ze-jun², Li Xian-fu¹

(1. School of Environment and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430073, China;

2. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: This paper analyses the numerical simulation method for Paleo-tectonic Stress Field from three aspects, namely tectonic simulation target, building of the tectonic model and tectonic modeling. Taking Chengzhuang coal mine, Jincheng City of Shanxi Province as an example, and based on field investigation on macro- and micro-tectonic features, the authors have established a plane-strain and three-dimension geological model, and obtained the mechanics parameters and fracture criterion of rock and boundary condition of the model. Using the large numerical simulation analysis software such as ANSYS and FLAC, they have determined the magnitude of palaeo-tectonic stress as the boundary condition of model and the loading sequence of palaeo-tectonic stress. The simulation results reveal two stages of large tectonic movement in the study area, the first movement in E-W and then another in N-S. Accordingly, a tectonic stress of 60 MPa was imposed in E-W deirection and 110 MPa in N-S direction. The acting pattern of the stress caused the simultaneous appearance of most shear joints on the earth surface and in the 3[#] coal rock. These rules not only offer important reference for understanding of deep condition of coal and the gestation condition of move fault in coal, but also have great significance for prediction of coal and gas outburst in stress concentration area of rock mass.

Key words: Paleo-tectonic Stress, tectonic simulation, plan- strain, shear joint