第 41 期：如何采用微地震数据建立页岩气水力压裂模型

编写人：郑伶俐

第 29 期讲述了如何采用 GEM 软件来模拟页岩气的理论模型以及水力压裂模型，本期将主要讲解如何用 Builder 前处理软件建立基于微地震解释数据的水力压裂模型。

在体积压裂中可采用微地震数据确定裂缝形状和尺寸，采用 Builder 建立裂缝模型。裂缝加密方法采用 LS-LR-DK 网格加密（即对数分布-局部加密-双渗模型 Logarithmically Spaced，Locally Refined，Dual-Permeability Model），该方法能够在不失计算精确度的条件下减少加密网格数，并且能够快速的建立裂缝网格。

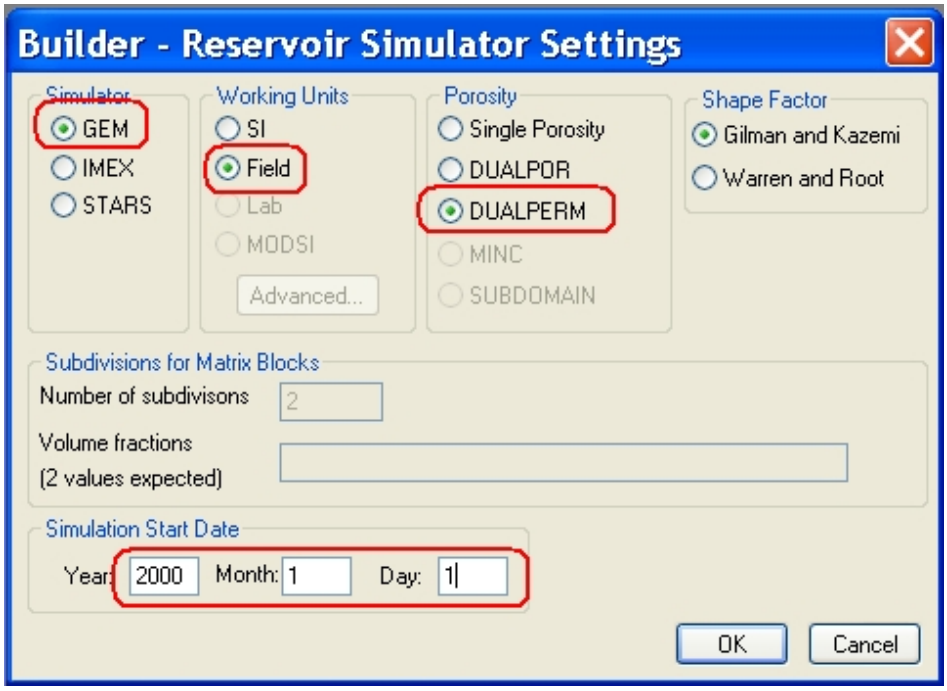
微地震检测技术的基本应用方法是：通过在井中或地面布置检波器，排列接收生产活动所产生或诱导的微小地震事件，并通过对这些事件的反演求取微地震源位置等参数，最后通过这些参数对生产活动进行监控和指导。以下为如何采用微地震数据建立页岩气裂缝模型的操作流程。

本期讲义还包含两个数据文件：微地震数据文件 **MS_Data.csv** 以及讲义所生成的模型文件 **shale gas modeling.dat**。

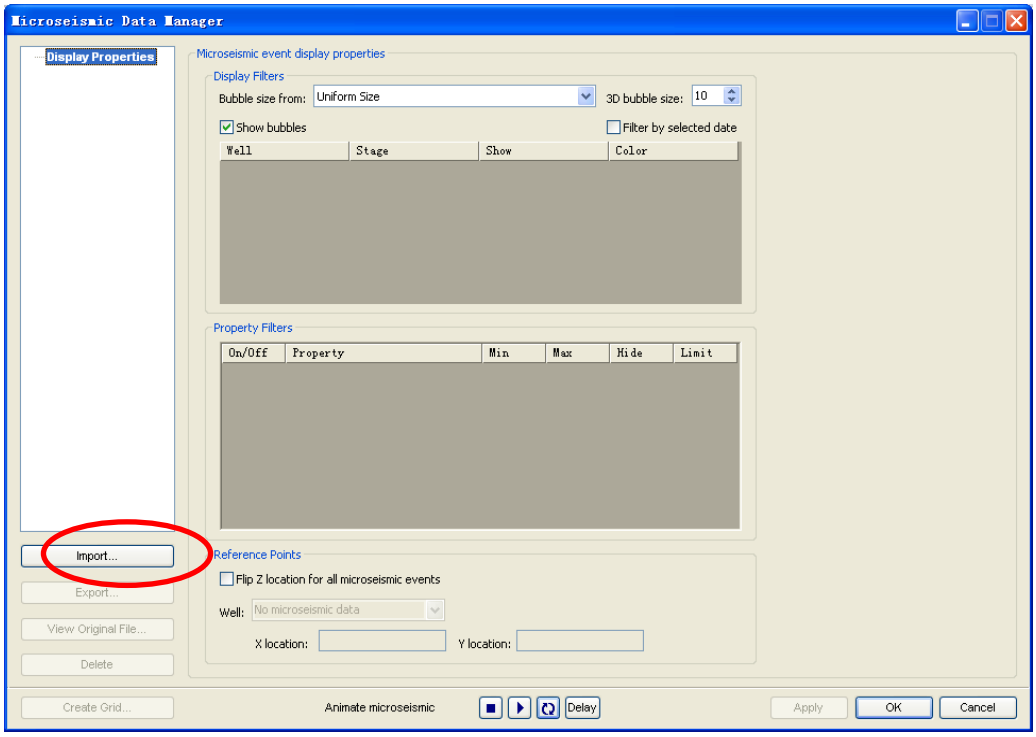
本讲义操作须在 Builder 2010.10 版或更高版本实现。

1. 打开 Builder

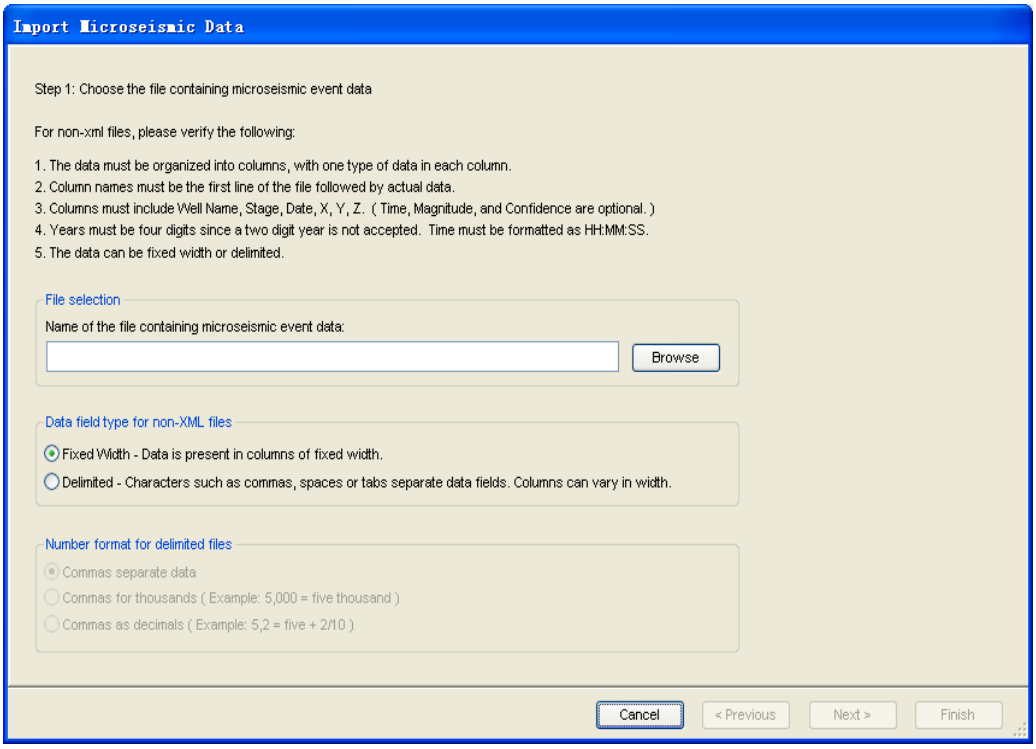
选择**GEM** 模拟器, **Field Units**, **DUALPERM, Gilman and Kazemi** 形状因子，模拟开始时间 **2000-01-01**，点击 **ok**。

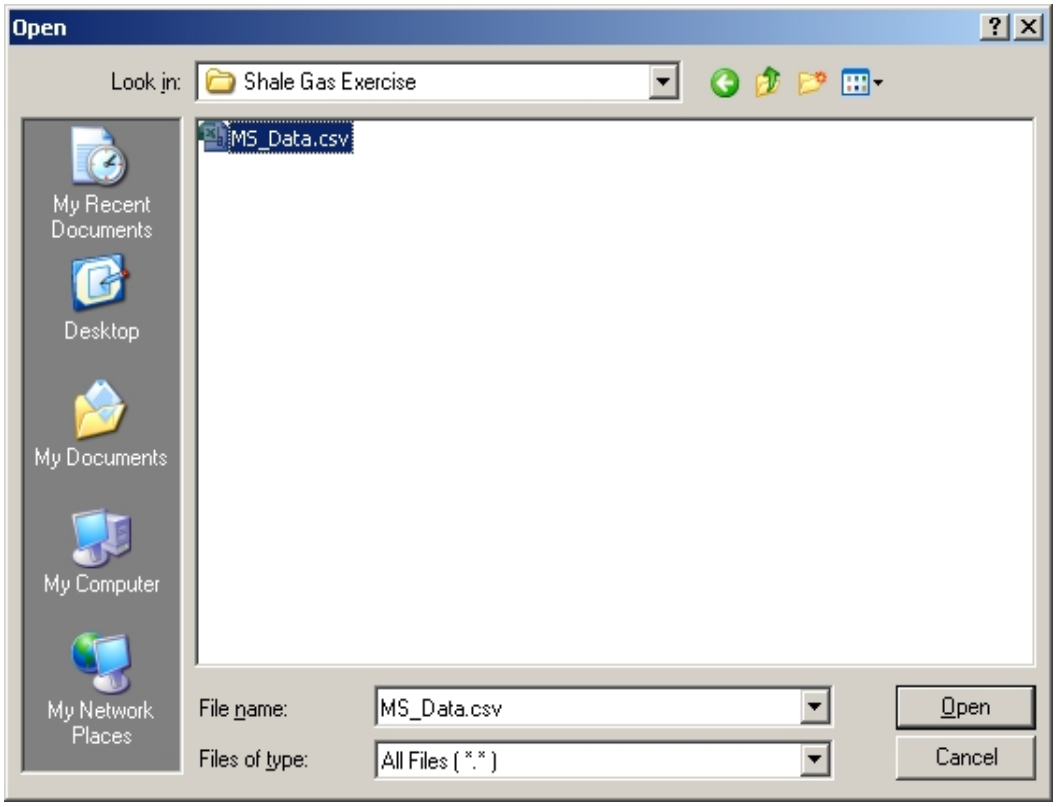


2. 在 **Builder** 界面，点击 **Tools**，选择 **Microseismic Data Manager…**点击 **import** 按钮。

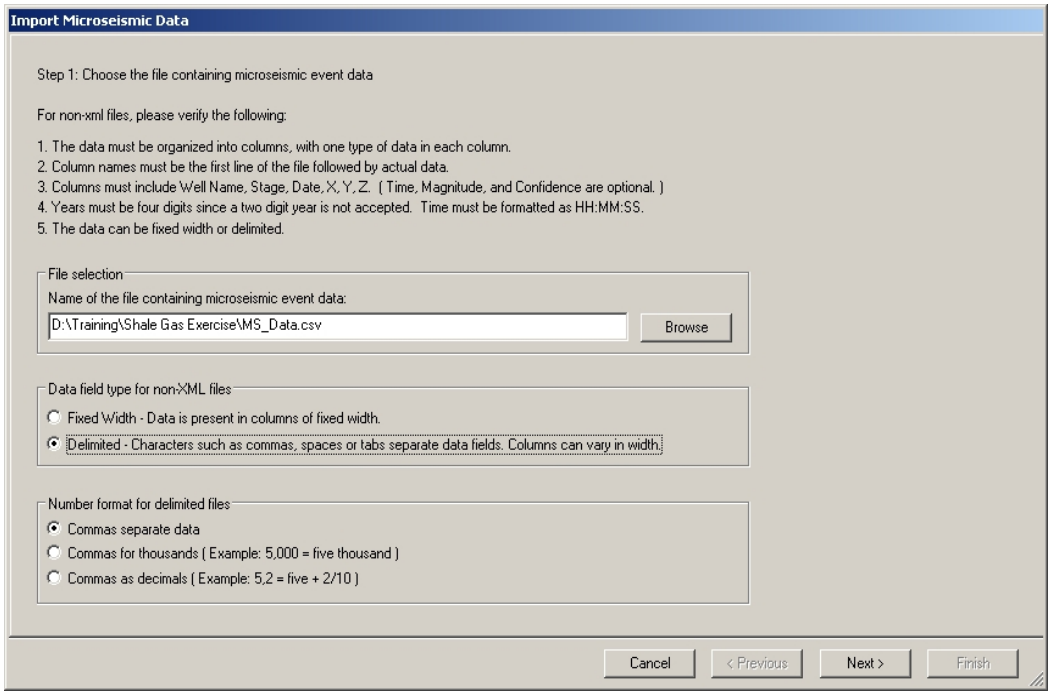


3. 点击 **Browse** 按钮，导入准备好的微地震数据文件 **MS_Data.csv**。

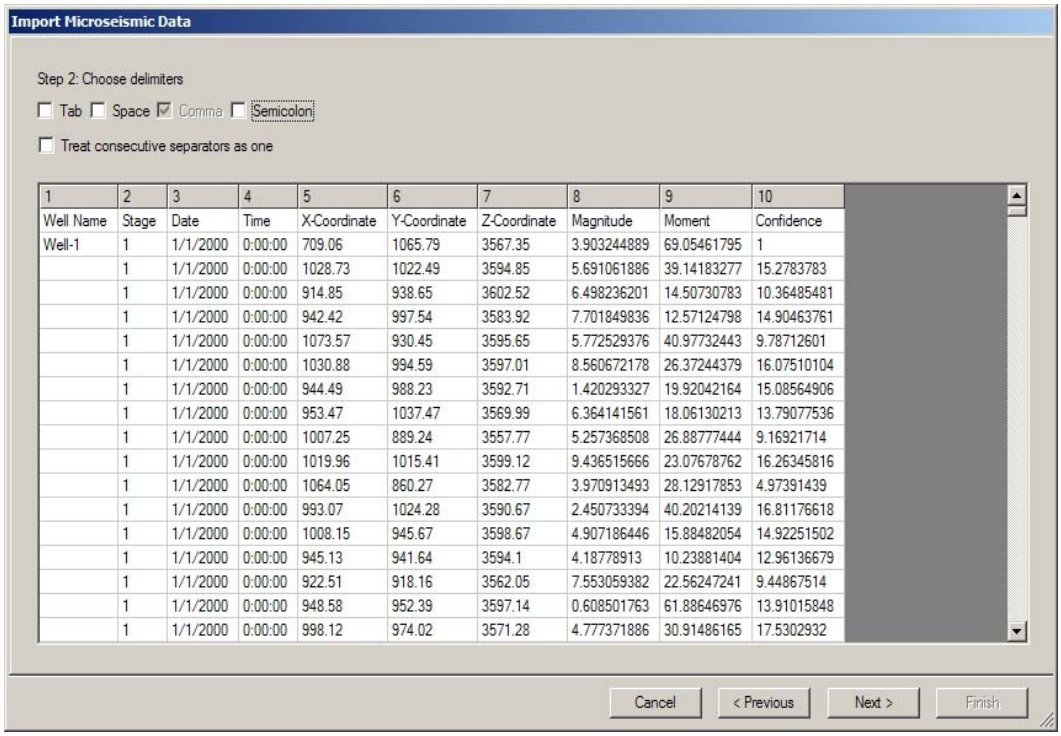




4. 选择 **Delimited** 数据类型，选择默认的 **comma** 选项。

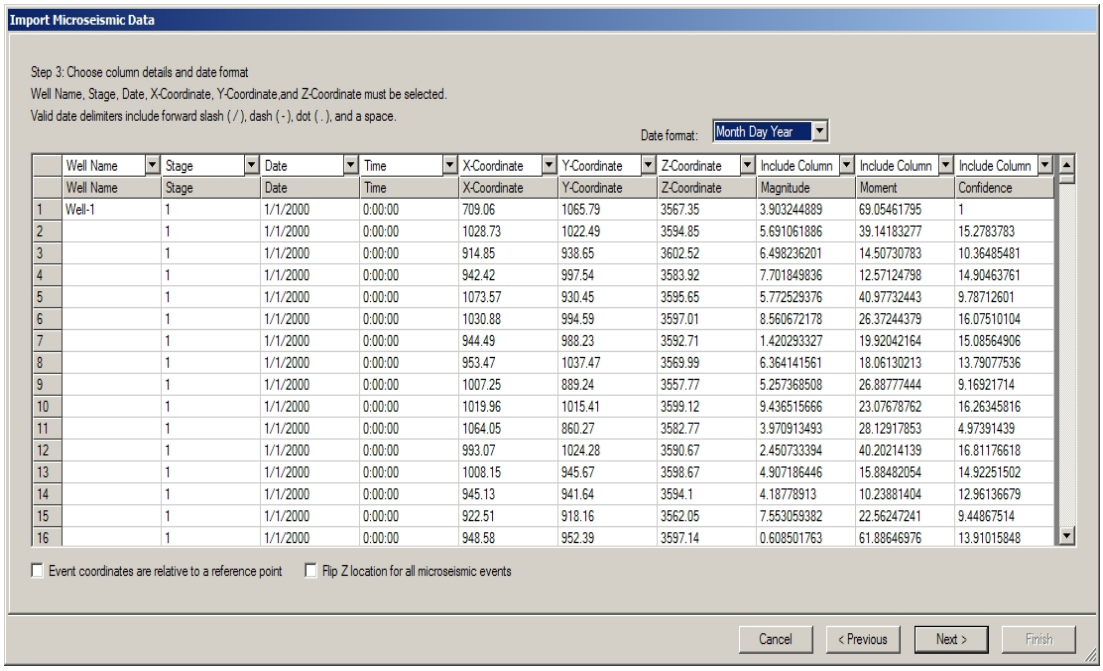


5. 选择 **NEXT** 按钮，到如下界面。确保选项都空着，然后点击 **NEXT**。文件格式第一列为井名 ，之后分别为井段，年月日，时间，定位点坐标(x,y,z) ，地震事件震级(能量大小) ，发生该事件破坏力矩张量大小，定位可信度(精确度)。



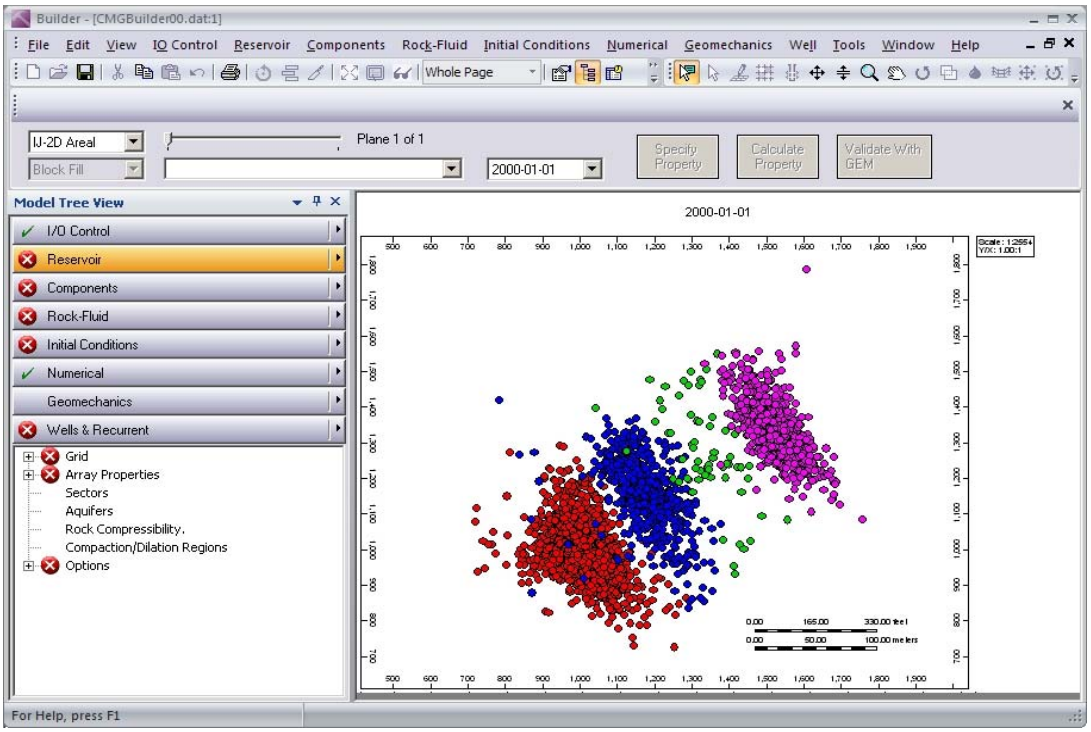
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Well Name	Stage	Date	Time	X-Coordinate	Y-Coordinate	Z-Coordinate	Magnitude	Moment	Confidence
Well-1	1	1/1/2000	0:00:00	709.06	1065.79	3567.35	3.903244889	69.05461795	1
	1	1/1/2000	0:00:00	1028.73	1022.49	3594.85	5.691061886	39.14183277	15.2783783
	1	1/1/2000	0:00:00	914.85	938.65	3602.52	6.498236201	14.50730783	10.36485481
	1	1/1/2000	0:00:00	942.42	997.54	3583.92	7.701849836	12.57124798	14.90463761
	1	1/1/2000	0:00:00	1073.57	930.45	3595.65	5.772529376	40.97732443	9.78712601
	1	1/1/2000	0:00:00	1030.88	994.59	3597.01	8.560672178	26.37244379	16.07510104
	1	1/1/2000	0:00:00	944.49	988.23	3592.71	1.420293327	19.92042164	15.08564906
	1	1/1/2000	0:00:00	953.47	1037.47	3569.99	6.364141561	18.06130213	13.79077536
	1	1/1/2000	0:00:00	1007.25	889.24	3557.77	5.257368508	26.88777444	9.16921714
	1	1/1/2000	0:00:00	1019.96	1015.41	3599.12	9.436515666	23.07678762	16.26345816
	1	1/1/2000	0:00:00	1064.05	860.27	3582.77	3.970913493	28.12917853	4.97391439
	1	1/1/2000	0:00:00	993.07	1024.28	3590.67	2.450733394	40.20214139	16.81176618
	1	1/1/2000	0:00:00	1008.15	945.67	3598.67	4.907186446	15.88482054	14.92251502
	1	1/1/2000	0:00:00	945.13	941.64	3594.1	4.18778913	10.23881404	12.96136679
	1	1/1/2000	0:00:00	922.51	918.16	3562.05	7.553059382	22.56247241	9.44867514
	1	1/1/2000	0:00:00	948.58	952.39	3597.14	0.608501763	61.88646976	13.91015848
	1	1/1/2000	0:00:00	998.12	974.02	3571.28	4.777371886	30.91486165	17.5302932

6. 根据需要选择数据格式，时间的格式为**“Month Day Year”**，最后三列数据标识成**“Include Column”**。

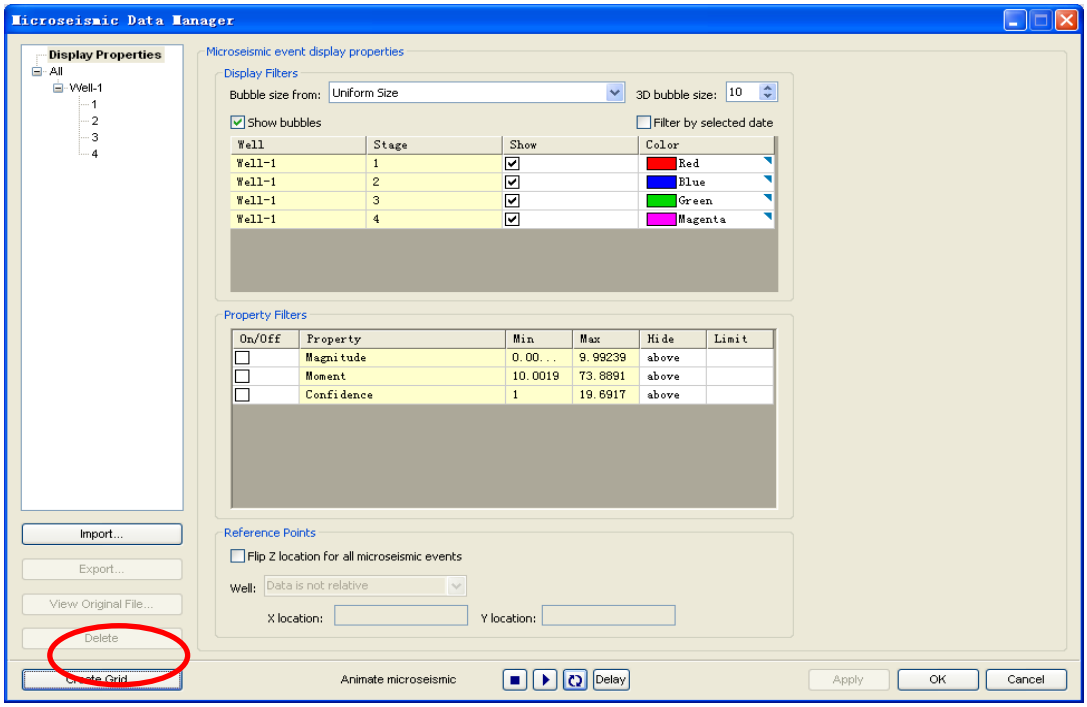


	Well Name	Stage	Date	Time	X-Coordinate	Y-Coordinate	Z-Coordinate	Include Column	Include Column	Include Column
	Well Name	Stage	Date	Time	X-Coordinate	Y-Coordinate	Z-Coordinate	Magnitude	Moment	Confidence
1	Well-1	1	1/1/2000	0:00:00	709.06	1065.79	3567.35	3.903244889	69.05461795	1
2		1	1/1/2000	0:00:00	1028.73	1022.49	3594.85	5.691061886	39.14183277	15.2783783
3		1	1/1/2000	0:00:00	914.85	938.65	3602.52	6.498236201	14.50730783	10.36485481
4		1	1/1/2000	0:00:00	942.42	997.54	3583.92	7.701849836	12.57124798	14.90463761
5		1	1/1/2000	0:00:00	1073.57	930.45	3595.65	5.772529376	40.97732443	9.78712601
6		1	1/1/2000	0:00:00	1030.88	994.59	3597.01	8.560672178	26.37244379	16.07510104
7		1	1/1/2000	0:00:00	944.49	988.23	3592.71	1.420293327	19.92042164	15.08564906
8		1	1/1/2000	0:00:00	953.47	1037.47	3569.99	6.364141561	18.06130213	13.79077536
9		1	1/1/2000	0:00:00	1007.25	889.24	3557.77	5.257368508	26.88777444	9.16921714
10		1	1/1/2000	0:00:00	1019.96	1015.41	3599.12	9.436515666	23.07678762	16.26345816
11		1	1/1/2000	0:00:00	1064.05	860.27	3582.77	3.970913493	28.12917853	4.97391439
12		1	1/1/2000	0:00:00	993.07	1024.28	3590.67	2.450733394	40.20214139	16.81176618
13		1	1/1/2000	0:00:00	1008.15	945.67	3598.67	4.907186446	15.88482054	14.92251502
14		1	1/1/2000	0:00:00	945.13	941.64	3594.1	4.18778913	10.23881404	12.96136679
15		1	1/1/2000	0:00:00	922.51	918.16	3562.05	7.553059382	22.56247241	9.44867514
16		1	1/1/2000	0:00:00	948.58	952.39	3597.14	0.608501763	61.88646976	13.91015848

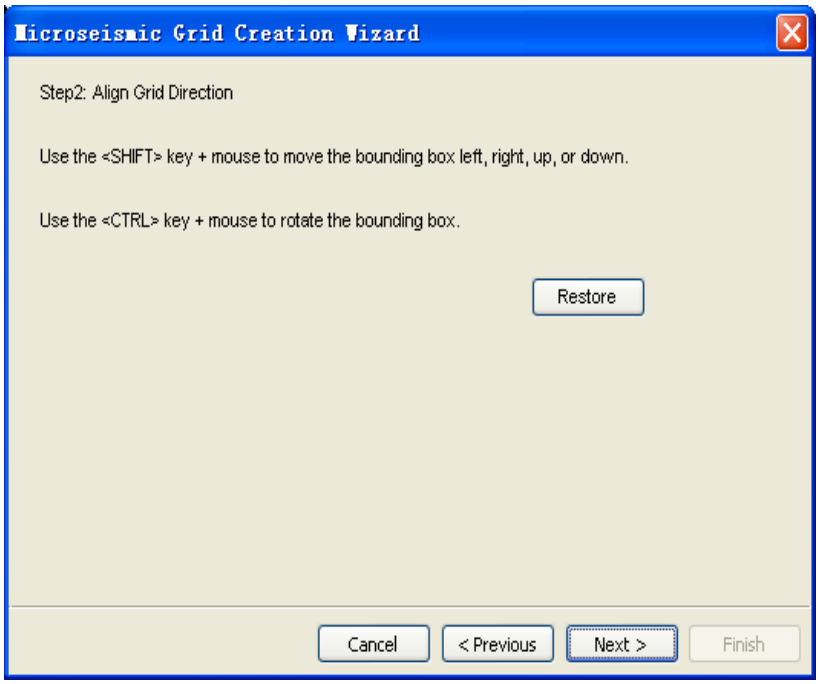
7. 点击 **Next** 按钮，一切就绪之后选择 **Finish** 按钮。在 **Builder** 界面，四段水力压裂裂缝的微地震数据已经导入。

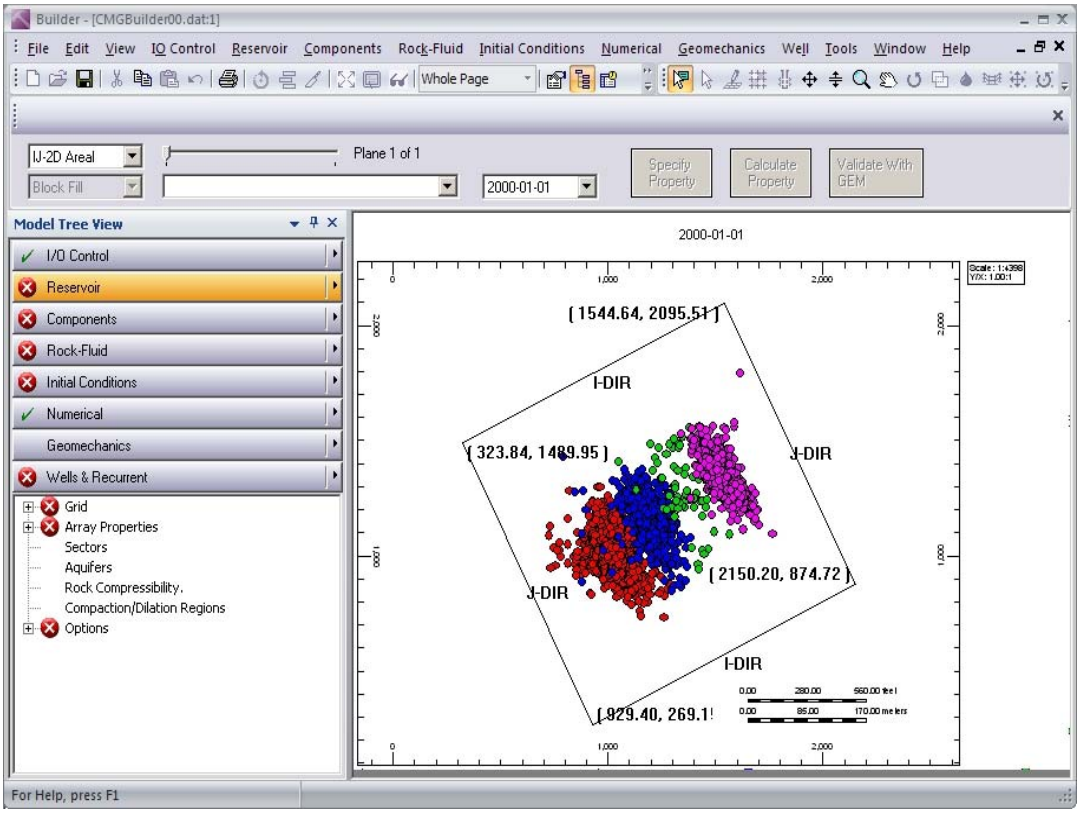


8. 下一步生成网格。在 **Microseismic Data Manager** 界面，点击 **Create Grid** 按钮。

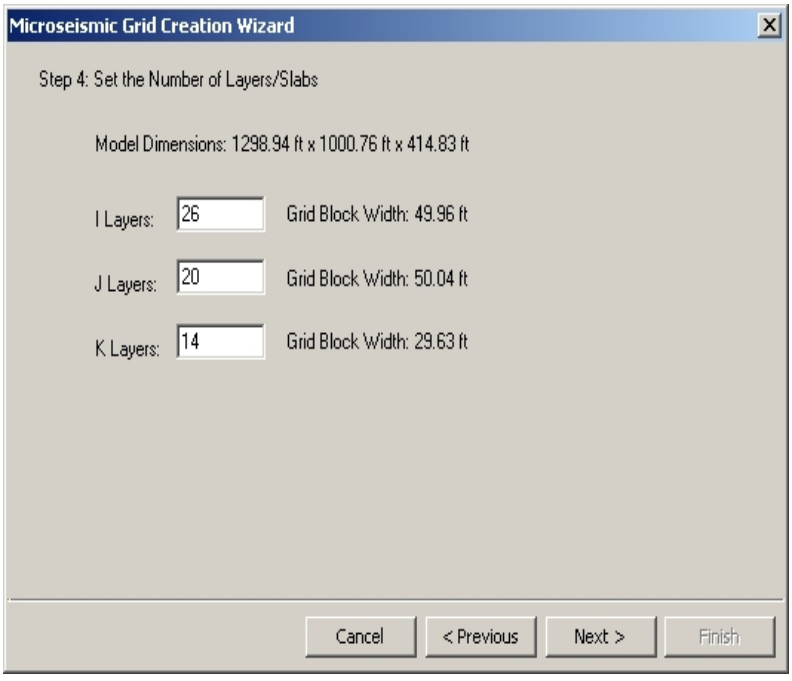


9. 点击 NEXT 到如下界面。选择网格与水力压裂裂缝平行。若不平行，可用鼠标加<SHIFT>或<CTRL>键进行移动和旋转。

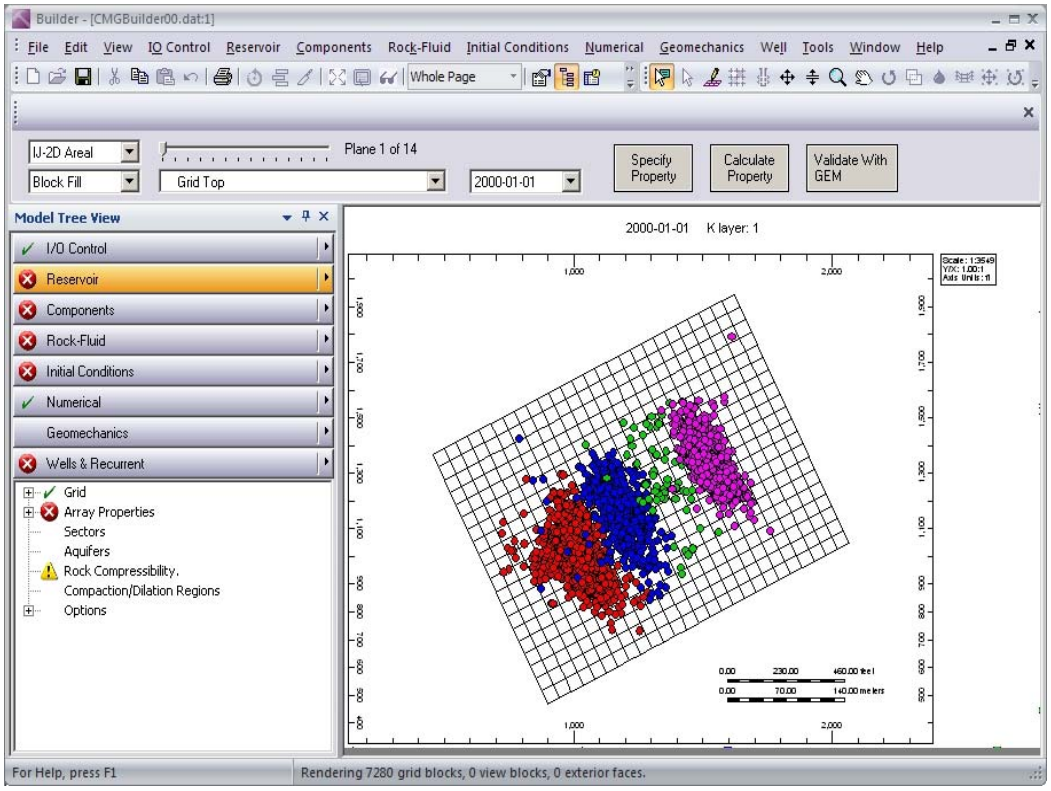




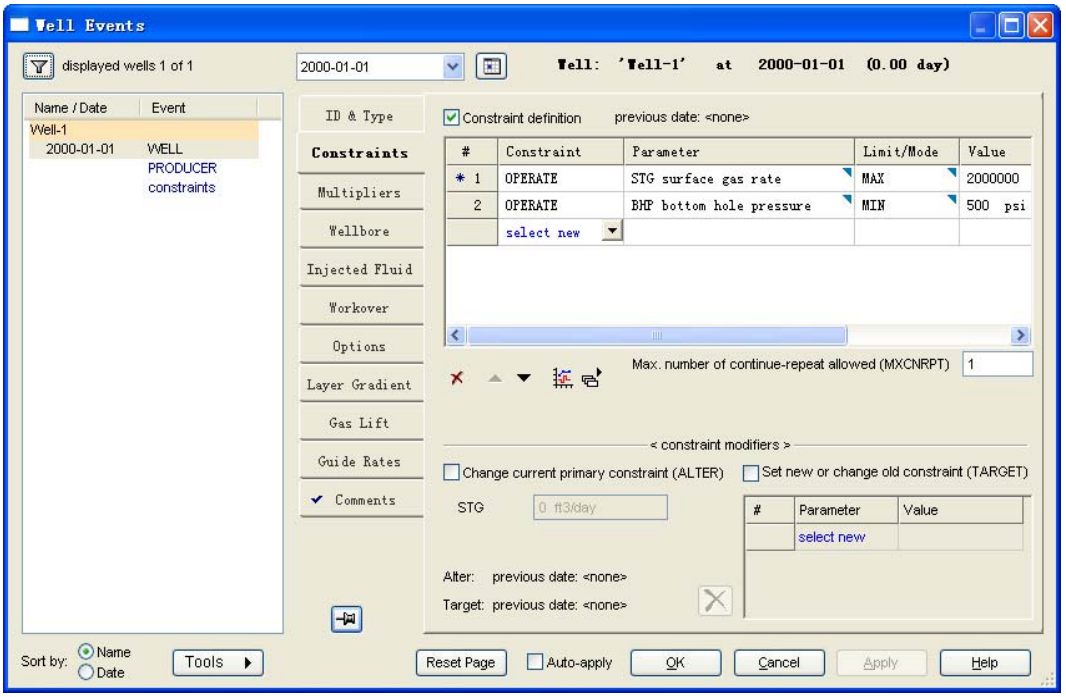
10. 选择 **Next** 按钮，按下图输入 **IJK** 各方向的网格数。



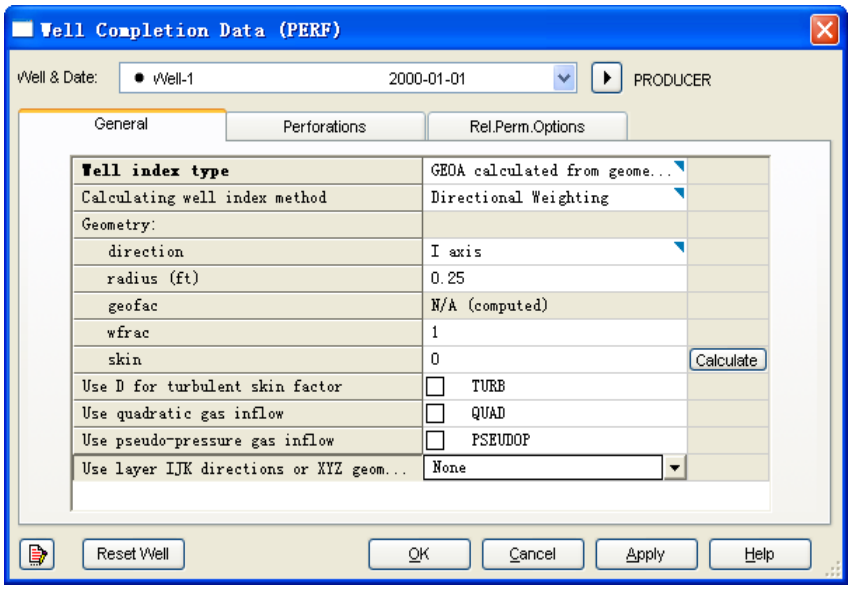
11. 点击 Next，然后点击 **Finish**。生成网格。



12. 在 **Builder** 中打开,对井进行定义。点击 **WELL-New Well**,选择井类型为 **“producer”**，定义井的约束条件，**STG surface gas rate, MAX, 2E06 scf/d，CONT REPEAT；BHP bottom hole pressure, MIN, 500 psi, CONT REPEAT。**



13. 对 **well-1** 进行完井设置。点击 **Well -> Well Completion (PERF)，点击 Completion - Add New**，选择时间点为 **2000-1-1**，然后 **OK**。在 **General** 界面，讲默认的网格方向改成 **I axis**。 **“Use layer IJK directions or XYZ geometric data”**选择 **None**。

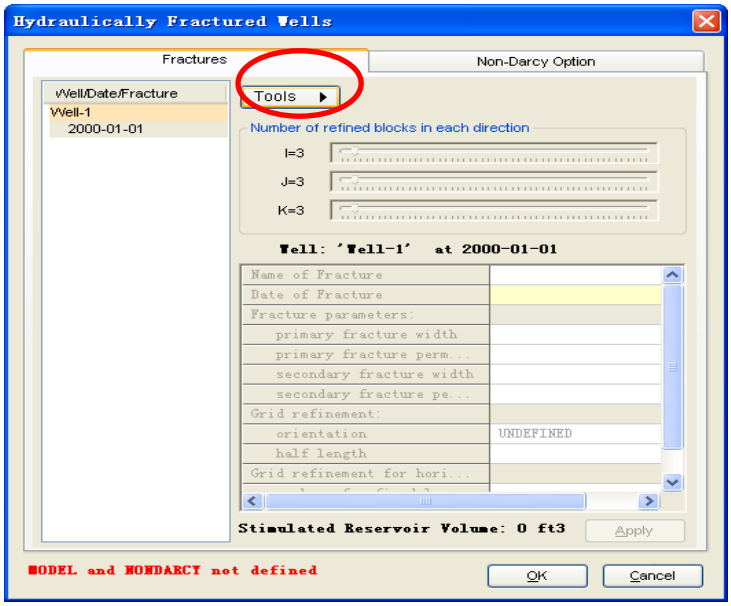


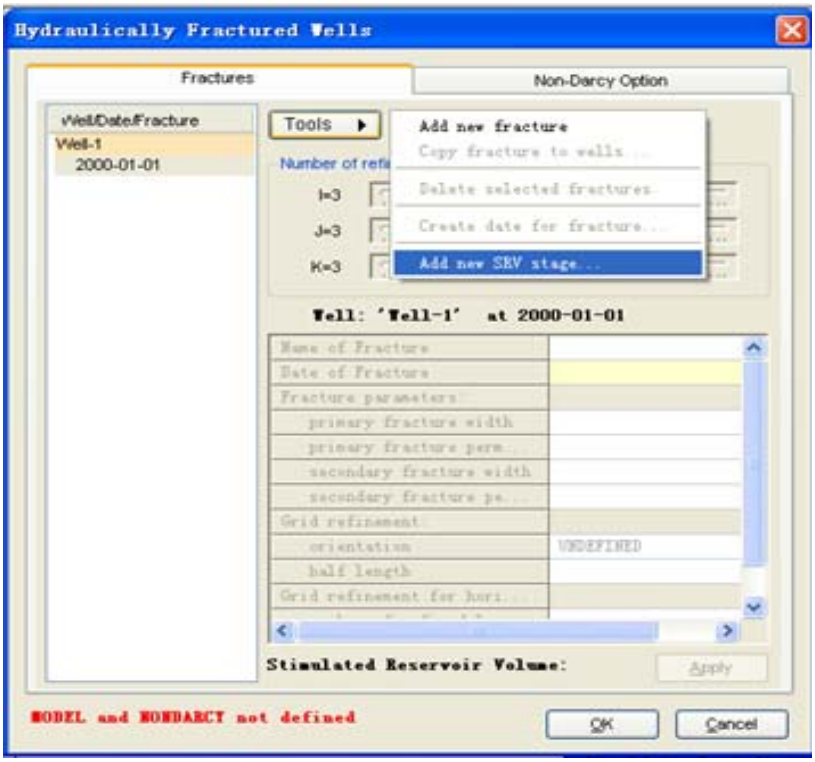
到**Perforations**界面。采用鼠标对**5 11 6** 到**20 11 6**网格进行射孔操作。

14. 添加一段模拟时间。从**2000-01-01**，到**2005-01-01**。在**2005-01-01**处设置**STOP**。

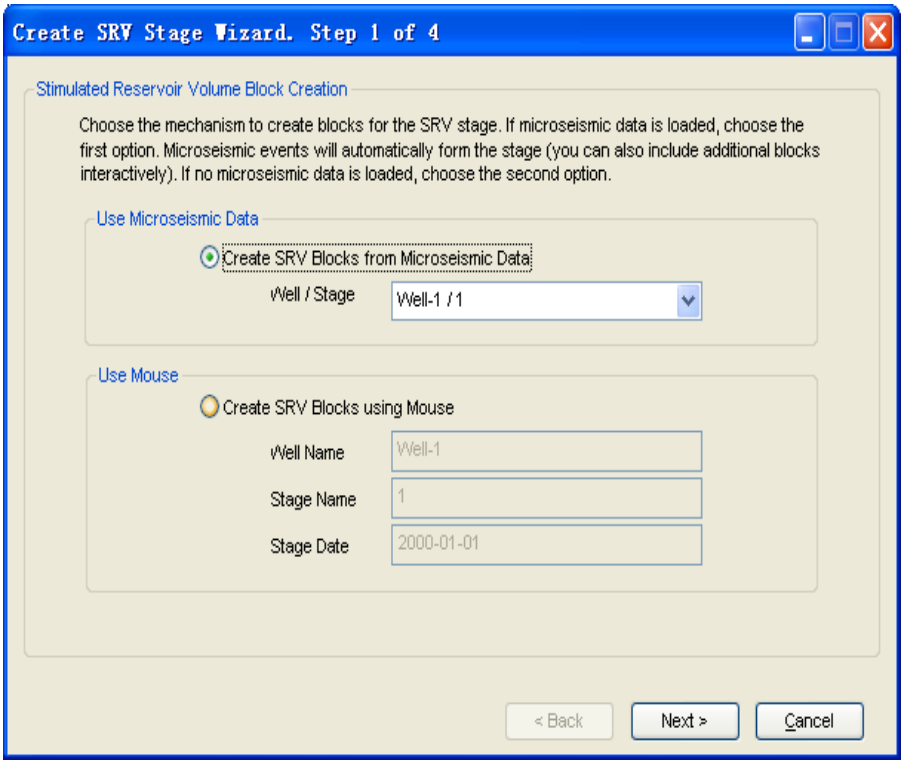
15. 打开菜单 **Tools**，选择 **Microseismic Data Manager**，选择 **Import** 按钮，点击 **Browse** 打开上期的微地震数据文件，点击 **Next** 然后 **Finish**。点击 **OK** 退出 **Microseismic Data Manager** 界面。

16. 回到 **Well** 菜单，选择 **Hydraulically Fractured Wells**。选择时间 **2000-01-01**，点击 **Tools**，选择 **Add New SRV Stage**。

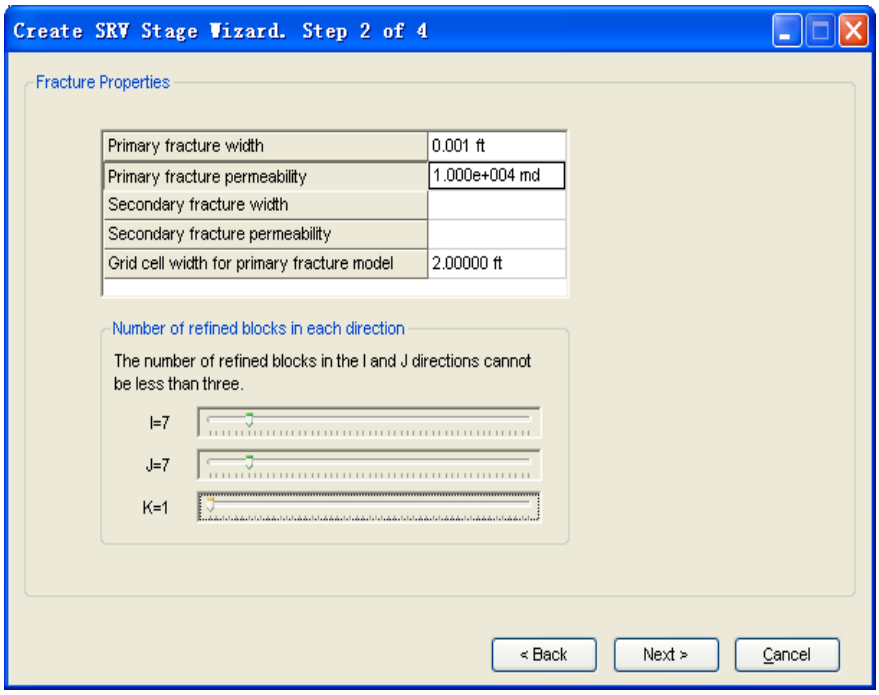




17. 在体积压裂向导界面（**Create SRV Blocks from Microseismic Data**），点击**Next**。添加第一段体积压裂数据。

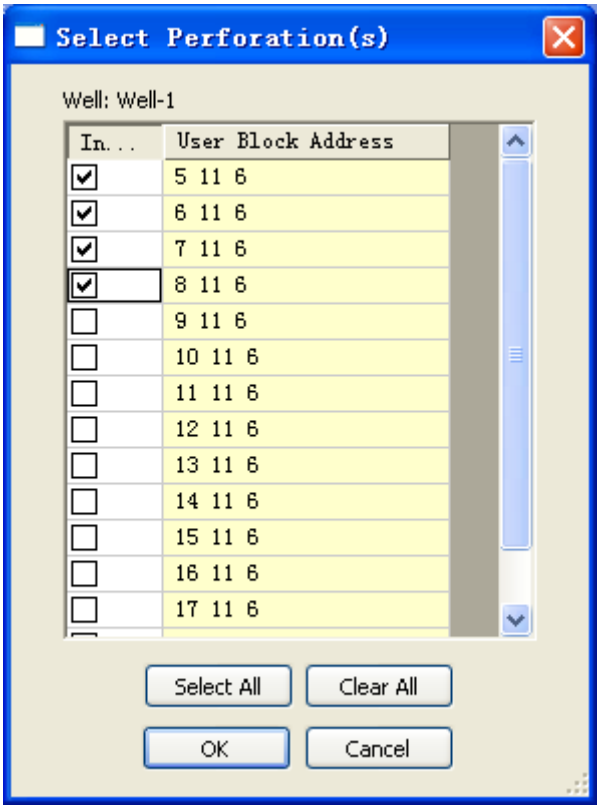


18. 填写裂缝属性，见下图。分别为裂缝的宽度、渗透率。然后点击 Next。

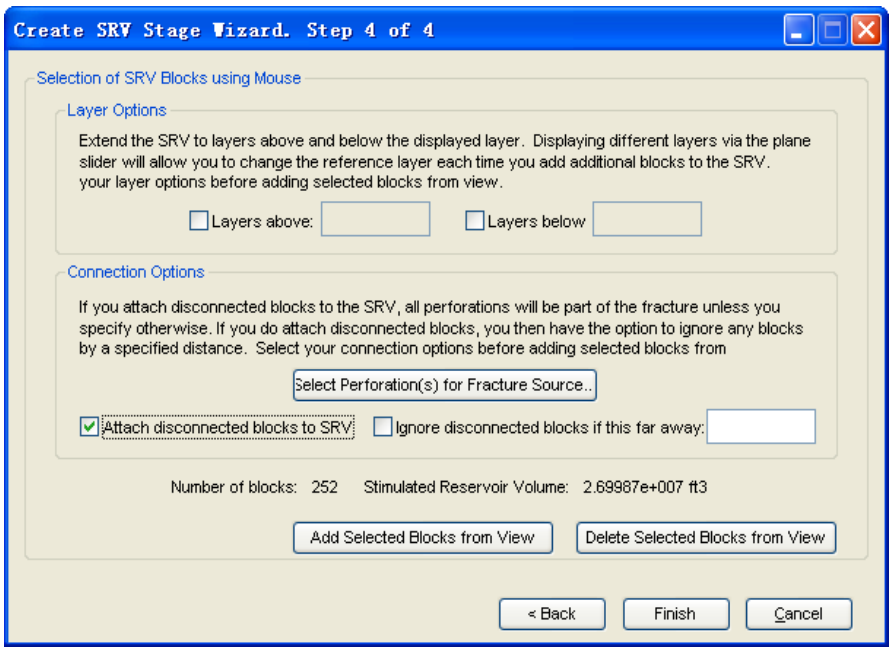


19. 下一步用于筛选微地震数据，直接点击 **Next**。

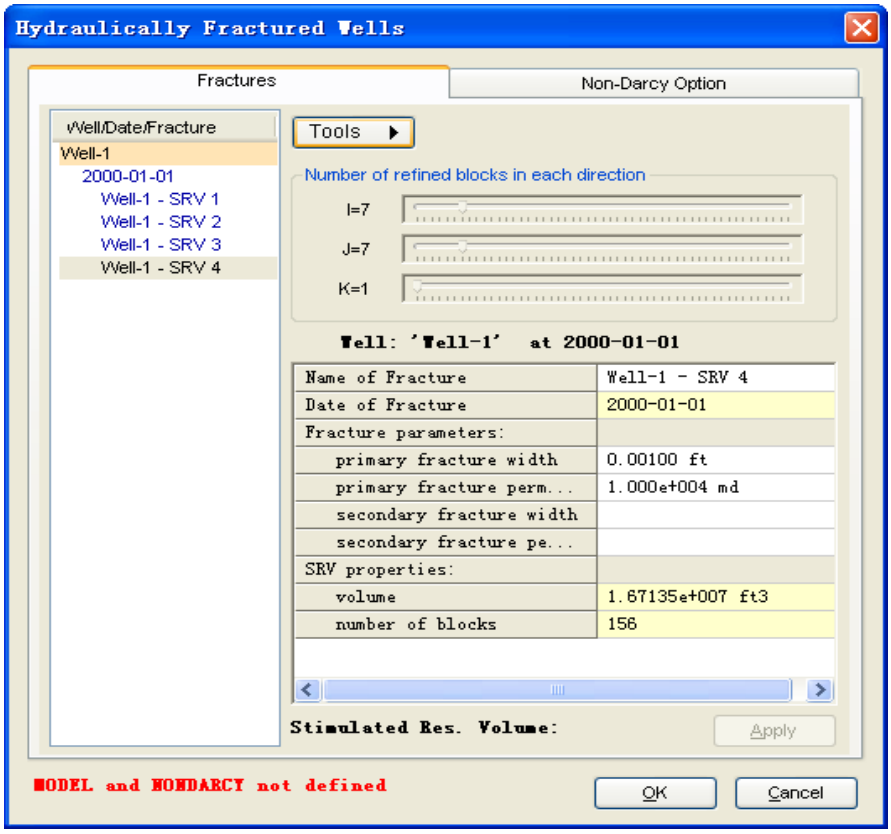
20. 选择 **Select Perforation(s) for Fracture Source** 按钮，选择 4 个射孔数据然后点击 OK。



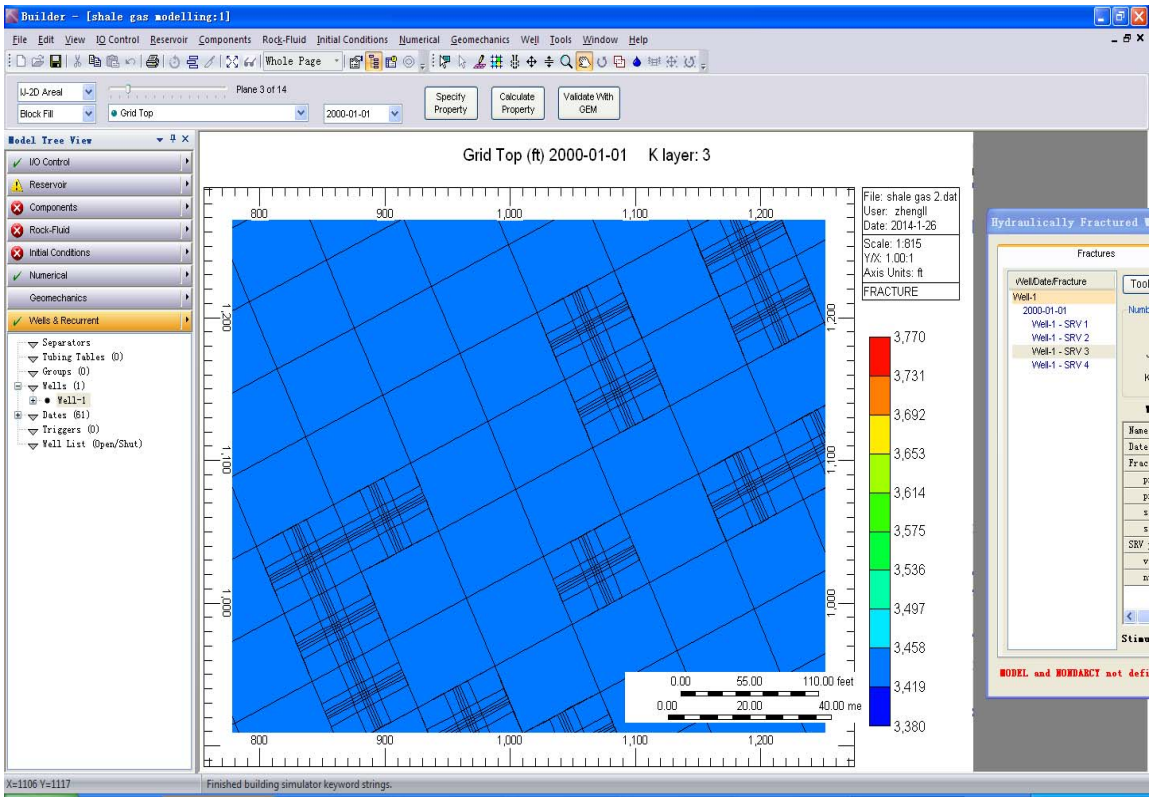
21. 选择 **Attach disconnected blocks to SRV** 然后 **Finish**。

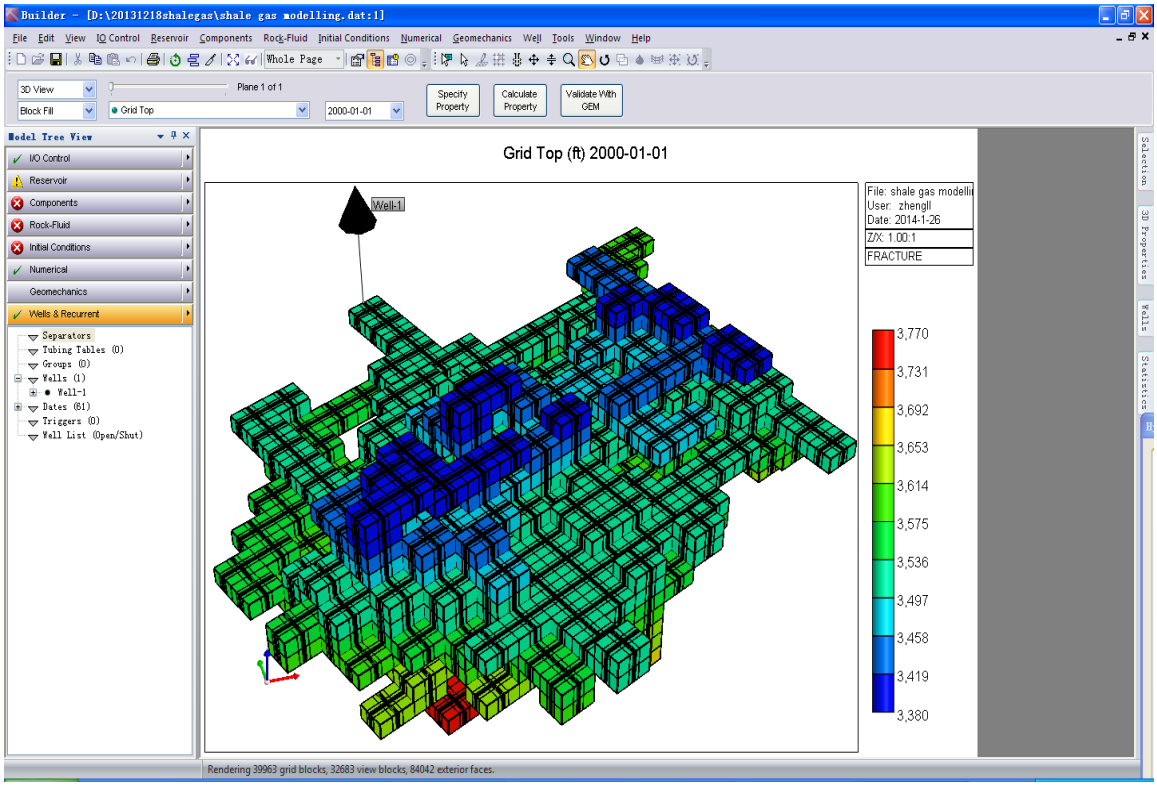


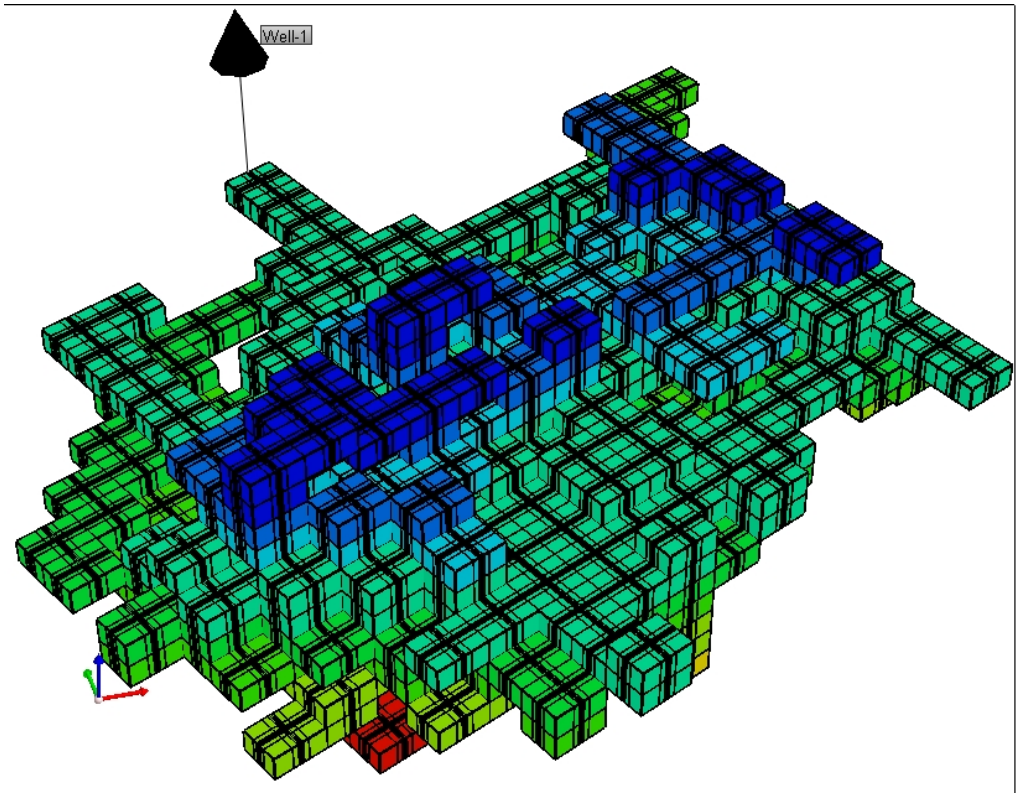
22. 重复 13-18 步采用同样的方法定义其他三段体积压裂裂缝。



23. 完成之后的体积压裂平面网格加密示意图，裂缝三维图如下。







24. 生成的模型文件为 shale gas modelling.dat。