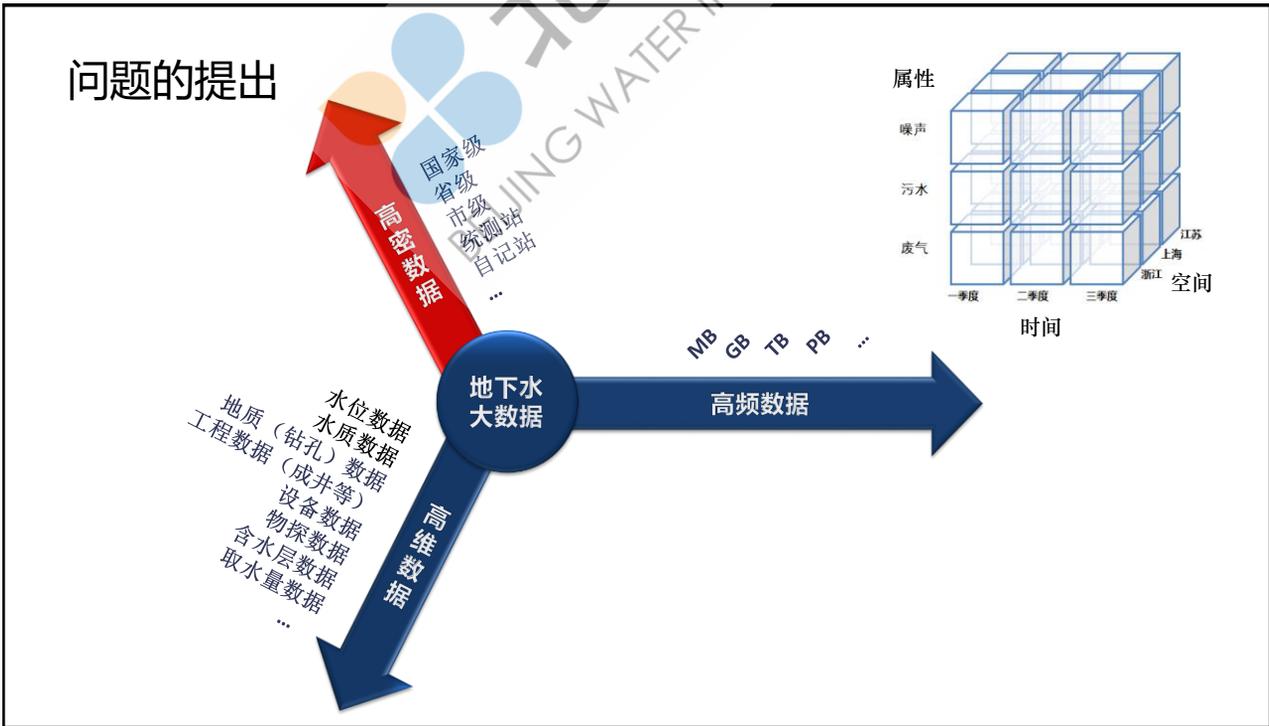


ENVIFUSION
环境地学数据融合平台线上直播课

地下水三维流场 分析与可视化

——详细操作演示

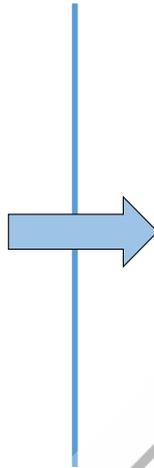
2021年12月



地下水分析驱动模式转变

模型驱动

- 边界
- 参数
- 模型
- 流场
- 水文分析

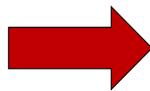


监测驱动

- 监测点水位
- 水位面
- 梯度场
- 等距迹线
- 水文分析

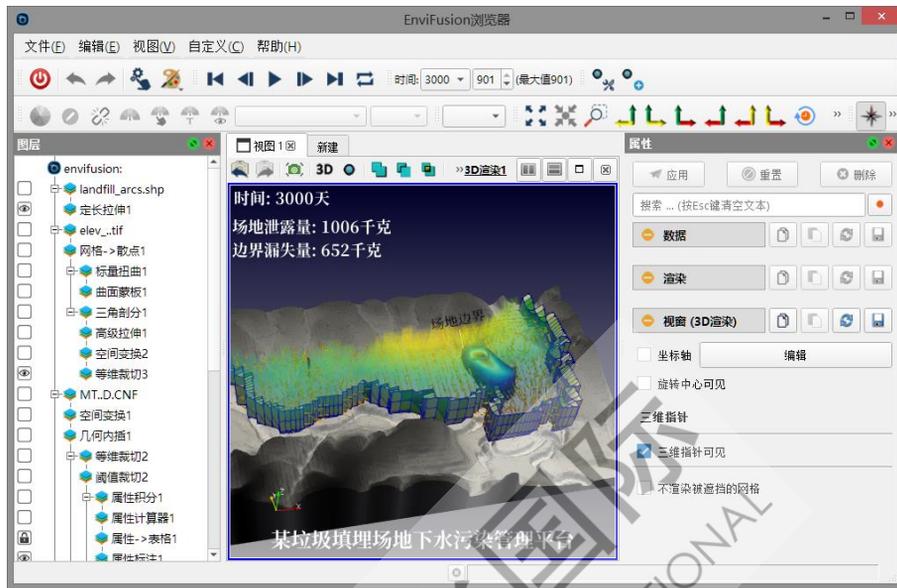
基于地下水位监测数据的3D流场分析与可视化

高密
水位
监测
数据



- ✓ 带时间属性水位监测数据的准备
- ✓ 表格-》散点
- ✓ 散点-》曲面
- ✓ 地下水动态三维展示
- ✓ 属性梯度计算
- ✓ 平面等距迹线
- ✓ 导水系数追踪
- ✓ 水量计算

环境地学计算平台EnviFusion

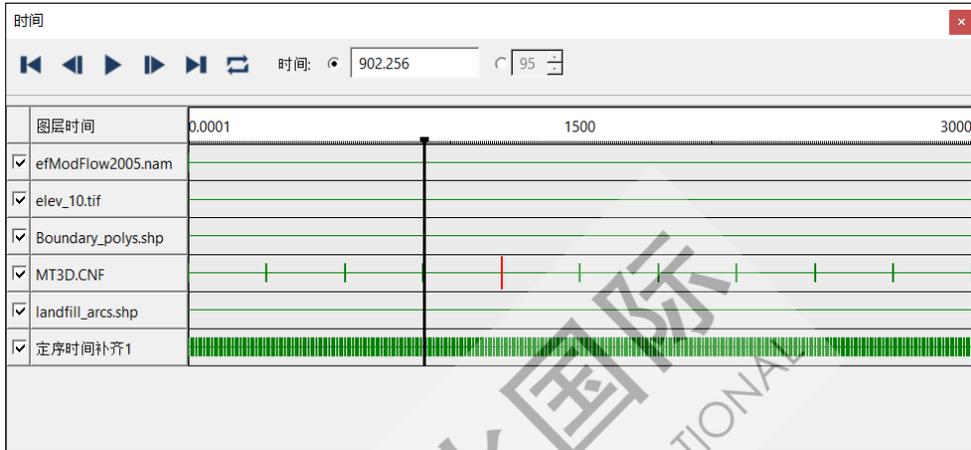


数值模拟引擎

- **梯度场引擎**：势场->流场->追踪相关工具；
- MODFLOW引擎：边界+参数->势场->流场；
- MT3DMS引擎：流场->浓度场；
- SEAWAT引擎：变密度流场->浓度场；
- SUB模块引擎：地面沉降模拟；
- TFPR引擎：势场变化->含水层参数；
- 地球化学引擎：高维度地球化学数据->降维分析；
- 污染评估：污染热点分析、环境质量评估；
- 文本分析引擎：热词提取与语义关联；
- 数据补齐引擎。

可视化基础概念——时钟

- EnviFusion具有统一的系统授时，所有图层都必须具有时间属性；
- 没有时间属性的图层也会按全时段分配时间属性，从而保证所有图层在任意指定时间只有一种状态；
- 时间可以在输入图层中指定，也可以在图层树中使用时间变换工具修订。



可视化基础概念——授时体系

带有时间属性的图层

- 携带时间字段的文本输入文件 (*.csvt) ；
- 带有统一命名规则的系列输入文件 (data01.csv, data02.csv ...) ；
- 有内置时间的MODFLOW模型文件；
- 有内置时间的MT3DMS模型文件。

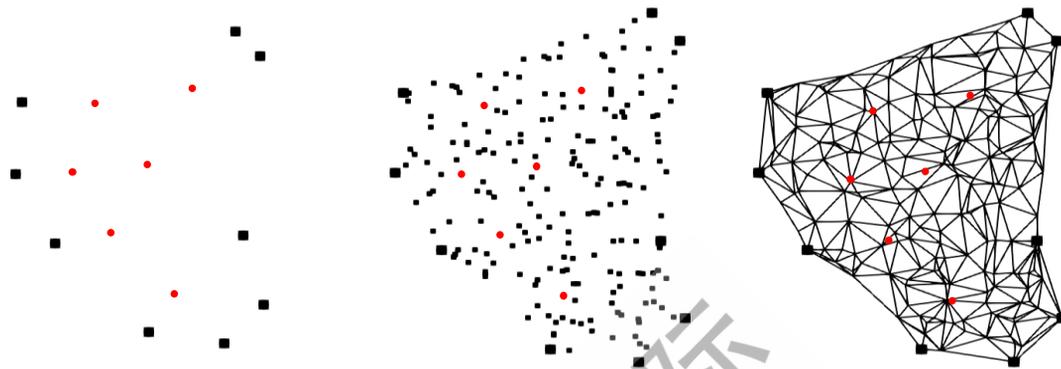
不带时间属性的图层

- 如shp文件、tif文件、栅格文件等

时间工具

- 时间插值、差分、平滑、锁定、提取、变换工具；

含水层的空间剖分



建立凸多边形

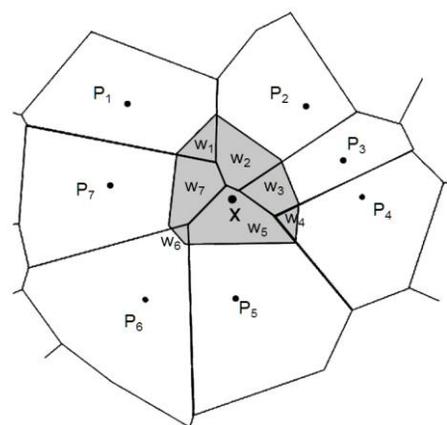
随机网格顶点

三角剖分

水头空间插值 (自然邻点法)



三角网格的对偶Voronoi多边形



使用Voronoi多边形在X点处插值

计算网格空间内任意点的水力梯度值

$$(\text{grad} F h)(j) = \frac{1}{2A(j)} \sum_{i=1}^3 h_i T \vec{e}_{ji}$$

$$T \vec{e}_{ji} = \begin{bmatrix} (T e_{ji})_1 \\ (T e_{ji})_2 \\ (T e_{ji})_3 \end{bmatrix} = \vec{n}_j \times \vec{e}_{ji}$$

$$\vec{n}_j = \frac{\vec{e}_{j1} \times \vec{e}_{j2}}{\|\vec{e}_{j1} \times \vec{e}_{j2}\|}$$

- $A(j)$ 为三角形 j 之面积;
- h_i 为三角形 j 的第 i 个顶点上的水位值;
- \vec{e}_{ji} 为第 i 个顶点的对边, 即除顶点 i 之外其余两个顶点沿逆时针方向所组成的向量;
- T 为90度旋转矩阵, $T \vec{e}_{ji}$ 为 \vec{e}_{ji} 向量沿三角形平面旋转90度后的向量;
- \vec{n}_j 为三角形 j 的单位法向量, 其长度为1;
- \vec{e}_{j1} 和 \vec{e}_{j2} 是三角形的任意两边。

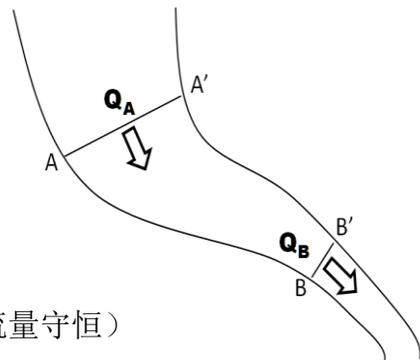
含水层流线剖分



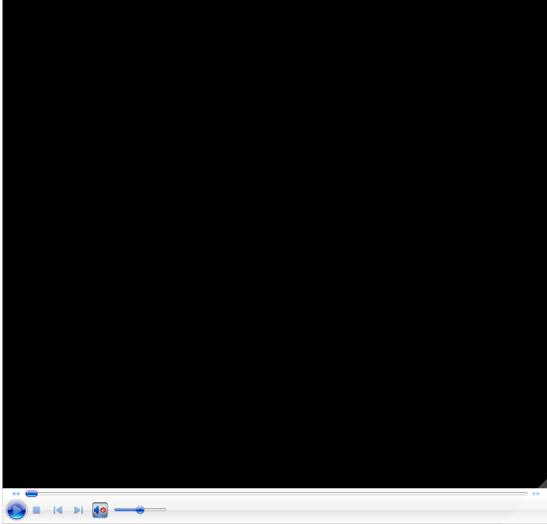
$$Q_A + Q_{SS} = Q_B \quad (\text{流量守恒})$$

$$Q = KiA = Kibw = Tiw$$

$$T_A i_A w_A = T_B i_B w_B \quad (\text{导水系数追踪})$$



导水系数追踪(074)



- 根据水位分布确定流场形态
- 粒子追踪确定流线
- 根据流线形态确定导水系数的空间分布

