

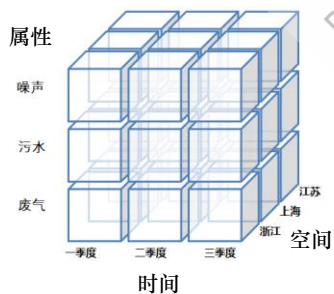
# 环境地学数据融合平台

## ENVIFUSION

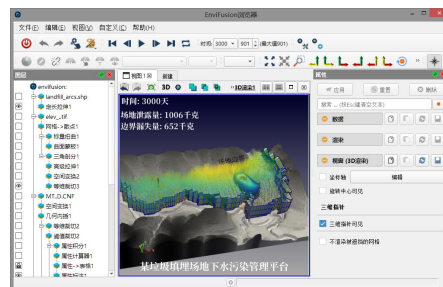
### 线上直播课

2021年7月

#### 理论准备 工具准备



数据融合

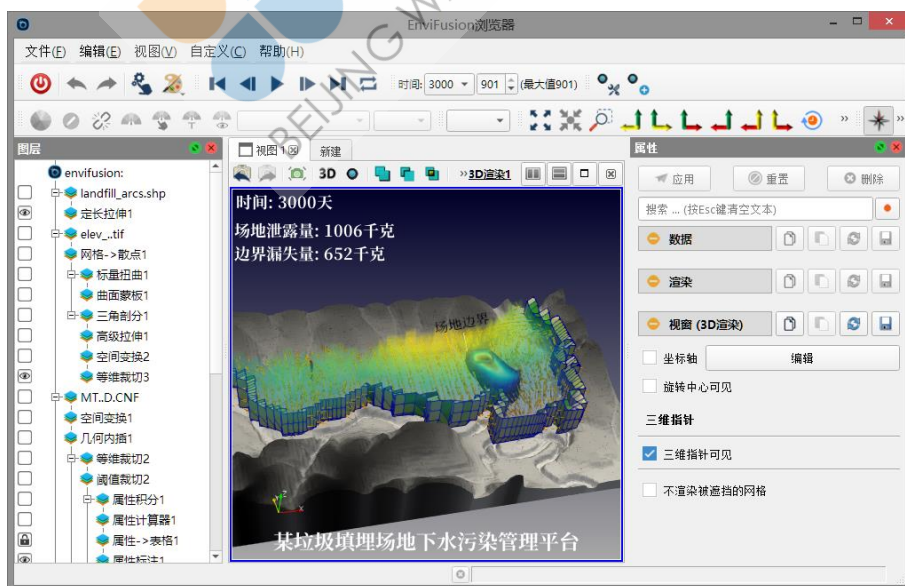


ENVIFUSION

## EnviFusion软件发展

- 由中国地学科学家领导，在自然资源部支持下开发的环境地学计算平台。
- 在四维时空构建环境地学属性数据体。
- 帮助领域科学家对海量数据进行统计挖掘和可视化分析。
- 采用图层管道技术，允许设计复杂的数据模型。
- 提供二次开发接口，帮助生产单位为客户提供高水平咨询服务。

## EnviFusion界面



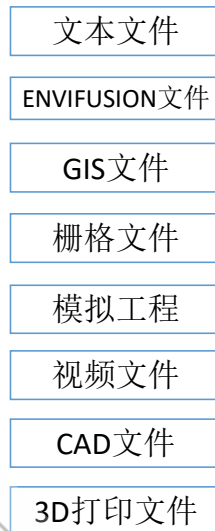
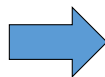
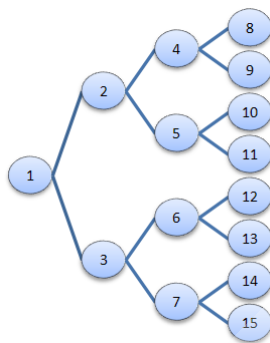
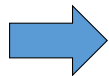
## EnviFusion中的数据融合与变换工具

- 数据补齐（时间/空间/属性等）
- 空间地理（切片/扭曲/提取等）
- 地下水建模（MODFLOW/MT3DMS/SEAWAT）
- 地下水数据挖掘（TFPR）
- 地球化学（等值/热点/聚类等）
- 文本分析（自然语言处理）
- 拓扑变换（点线面体间转换）
- 向量操作（属性场生成与追踪）
- 时间变换（时序差分/平滑等）
- 属性变换（筛选/提取/插值/微分/积分等）

## 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；
- 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；
- 文本分析引擎：热词提取与语义关联；
- 数据补齐引擎。

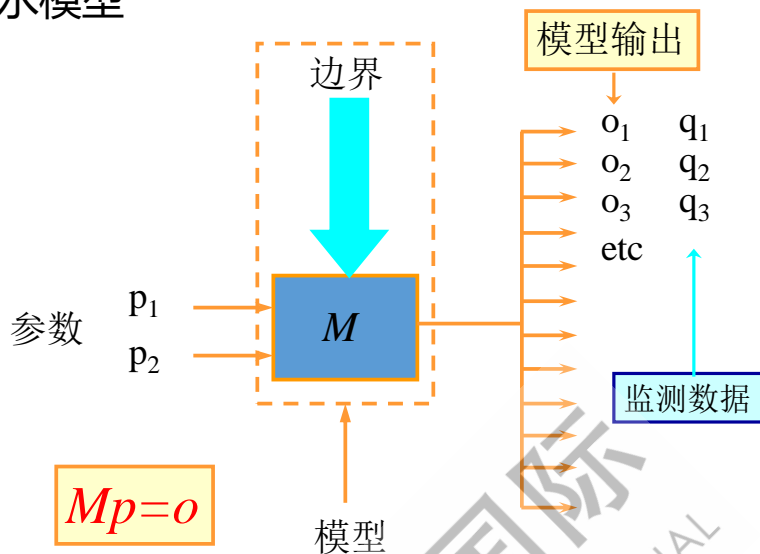
# 数据流



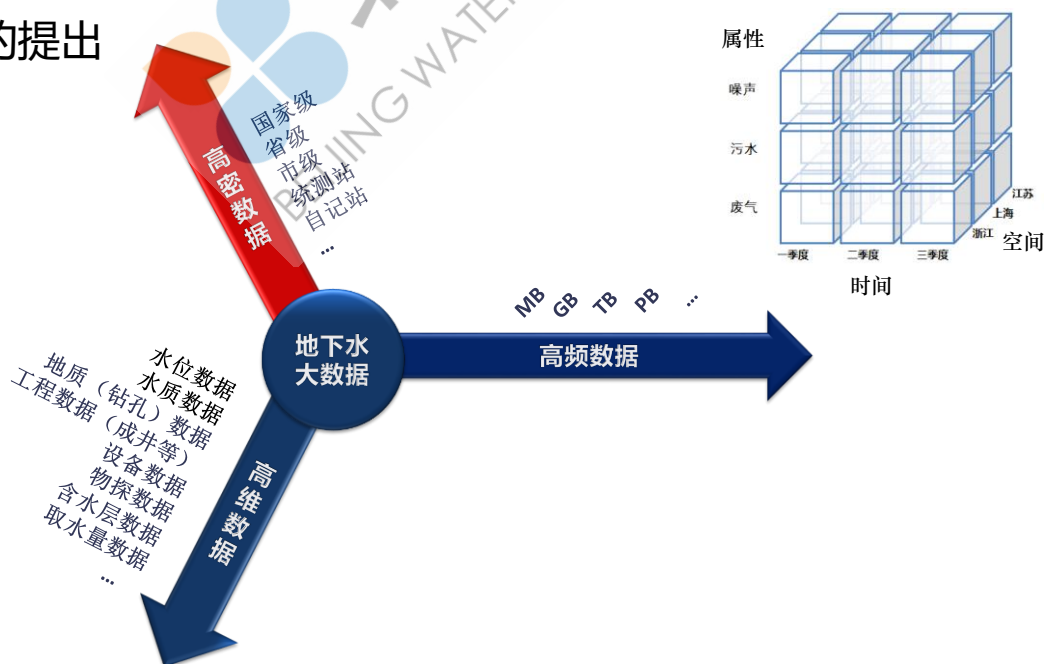
北水国际  
BEIJING WATER INTERNATIONAL

基于地下水位监测数据的  
含水层补给区与排泄区划定

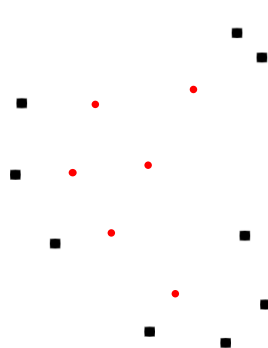
## 建立地下水模型



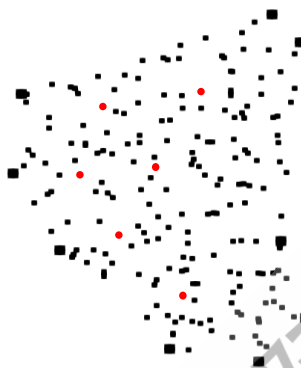
## 问题的提出



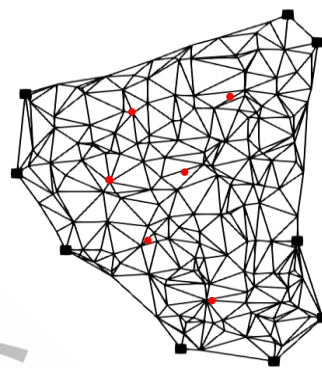
## 含水层的空间剖分



建立凸多边形



随机网格顶点

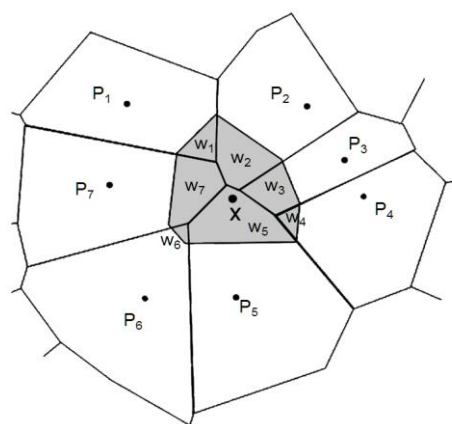


三角剖分

## 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

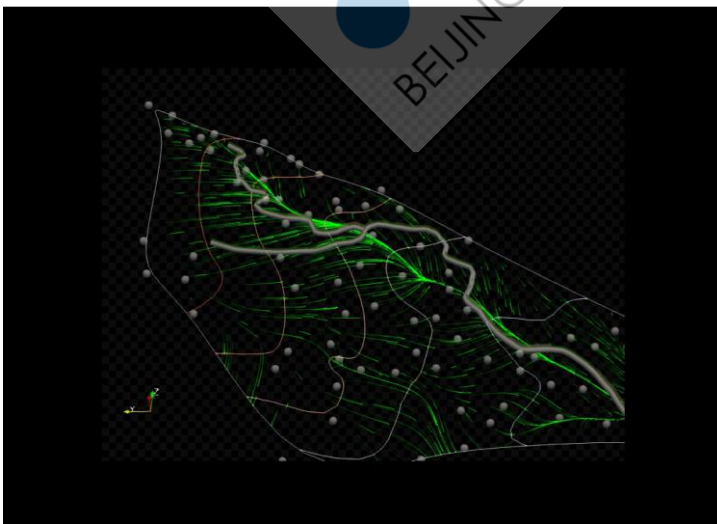
$$(\text{grad} F h)(j) = \frac{1}{2A(j)} \sum_{i=1}^3 h_i T \vec{e}_{ji}$$

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

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

- $A(j)$ 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 $j$ 的任意两边。

## 边界分析流程



水位

等势线

流线

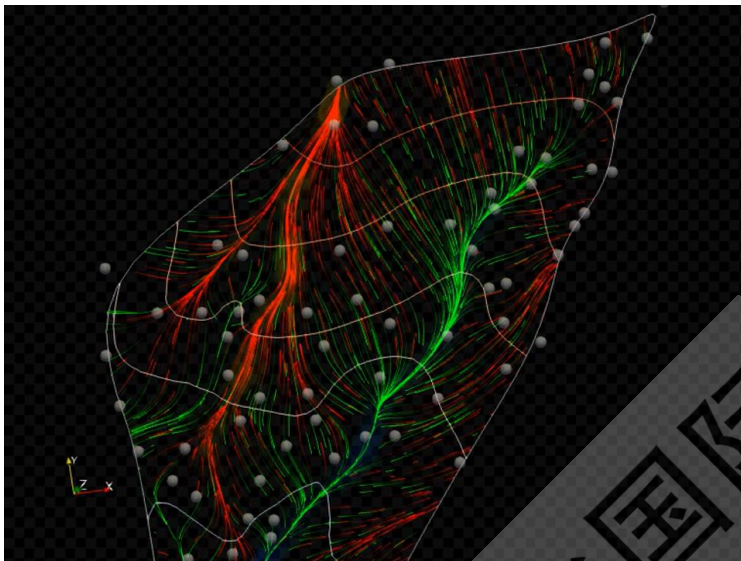
粒子追踪

碰撞计数

边界分析



## 边界分析流程



水位

等势线

流线

粒子追踪

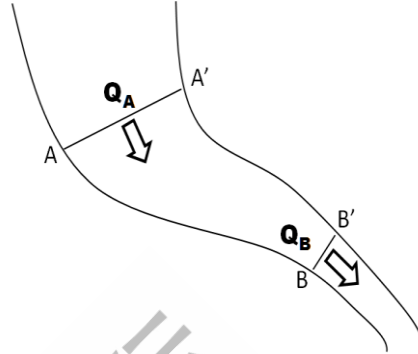
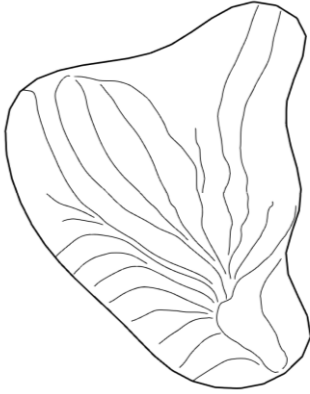
粒子密度

边界分析

基于地下水位监测数据的  
含水层导水系数反演



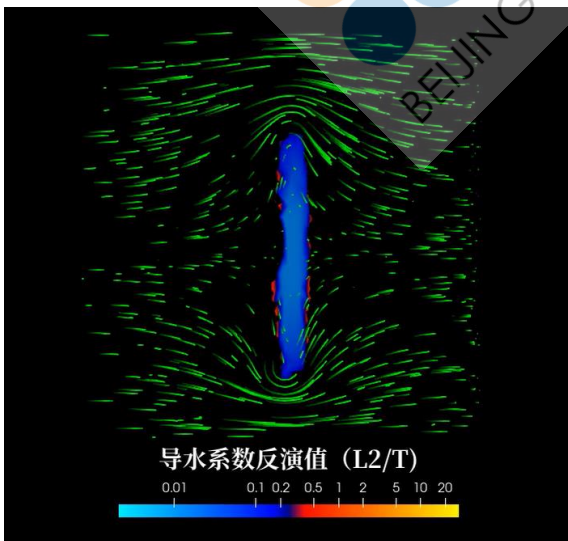
## 含水层流线剖分



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

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

## 导水系数反演 (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