



中国石油大学  
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM

**JET 101**

# 石油工程数值分析及数据可视化方法

**王斌**

**石油工程学院 水射流实验室**

邮箱: [binwang.0213@gmail.com](mailto:binwang.0213@gmail.com)

**CUPB**  
厚积薄发, 开物成物

# 考核与要求

■ 总成绩 = 课堂小测验10% + 作业40% + 期中大作业 20% + 期末大作业 30%

- 课堂小测验（5次） – 截至日期 当天课程结束
- 课后作业（5次） – 截至日期 下一周上课之前
- 期中大作业（固定编程题） – 截至日期 2021年1月7日
  - 提交报告和源代码
  - 固定选题
- 期末大作业（开放编程题） – 截至日期 2022年1月28日
  - 提交报告和源代码
  - 自由选题



# Python科学计算

## □ 学习目标

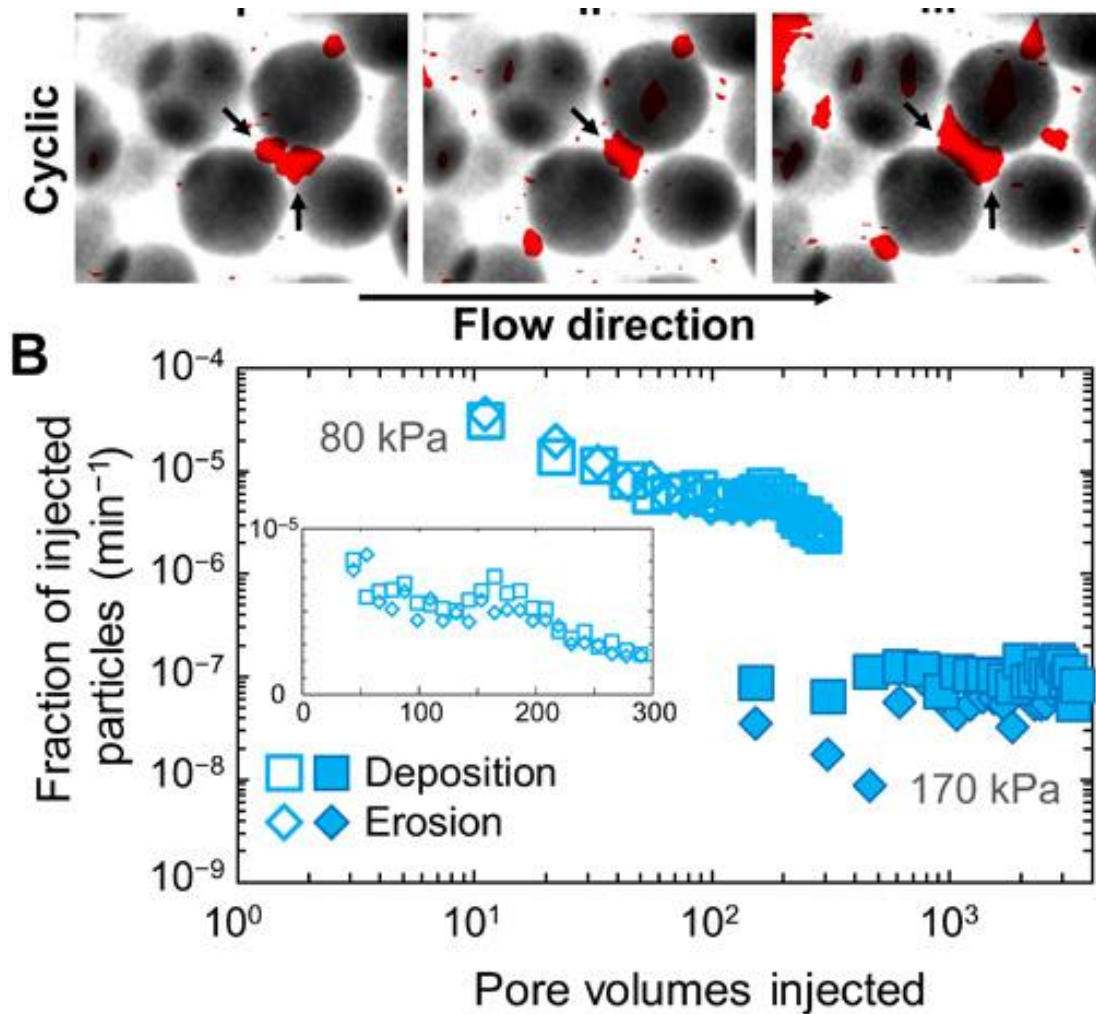
学习目标	学习成果	效果考察	课程活动
应该掌握哪些知识？	应该能够做哪些事情？	怎么考察学生？	应该怎么学习？
<b>1. Numpy和Matplotlib入门</b> <b>2. Python实战</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 向量点乘</li><li>• 矩阵转置</li><li>• 矩阵相乘</li></ul> <b>3. 搜索并使用第三方库(Excel, PyVista)</b>	<b>1. 能够使用Numpy创建向量和矩阵</b> <b>2. 能够使用Matplotlib画图</b> <b>3. 能够手动对简单线性代数问题进行编程</b> <b>4. 能够安装第三方库</b>	<b>1. 测试学生是否能运行代码</b> <b>2. 测试Notebook使用情况</b> <b>3. 课堂测验简单问题</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 安装pyvista并运行</li><li>• 随机生成二维点云并画图</li></ul>	<b>1. 观看Python网络课程</b> <b>2. 完成课后作业7, 8, 9</b> <b>3. 启动中期Project</b>



# Python科学计算

## □ Numpy和Matplotlib入门

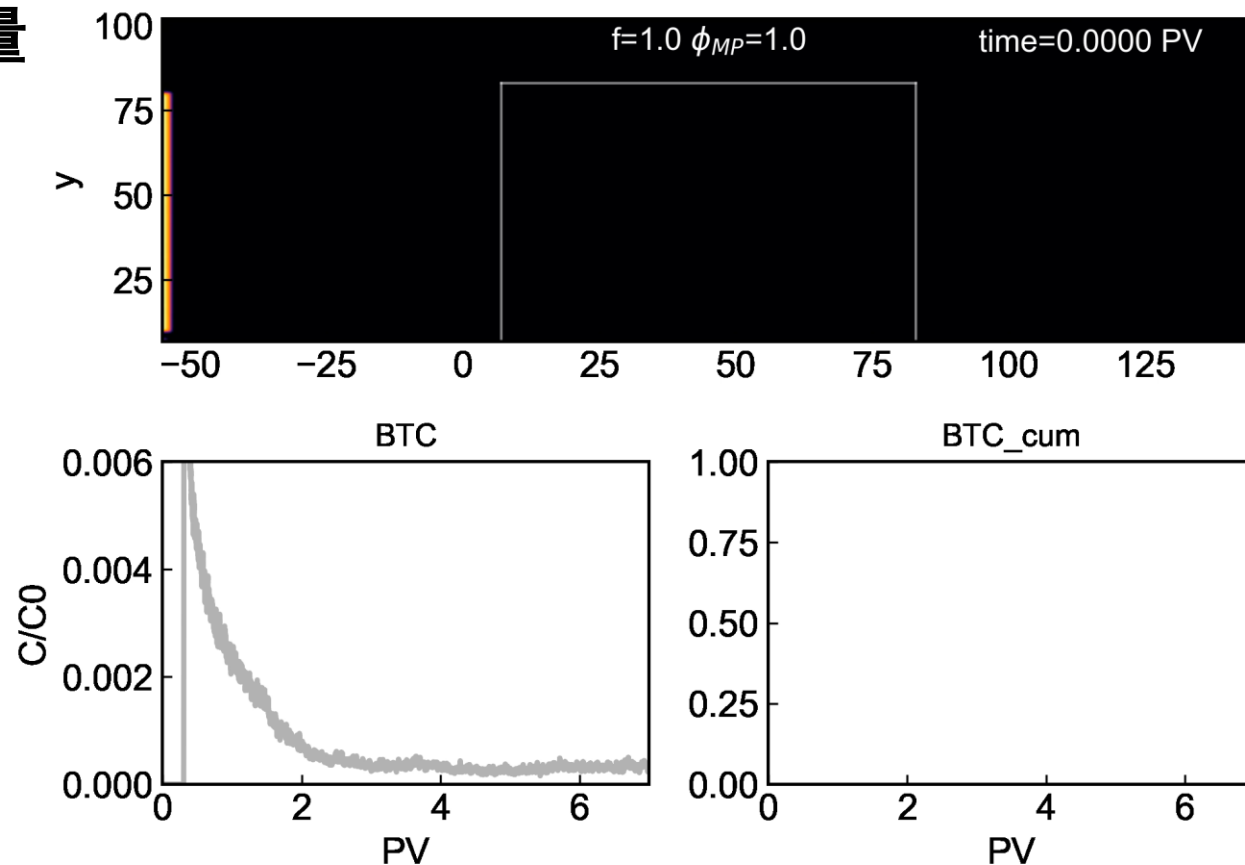
- Numpy 创建1维向量,2维矩阵,3维张量
- nD Array的形状和访问(slice)
- Matplotlib 画线图 1D
- Matplotlib 画点阵 2D
- Matplotlib 画图片 2D
- PyVista 画三维线图 (bonus)



# Python科学计算

## □ Numpy和Matplotlib入门

- Numpy 创建1维向量,2维矩阵,3维张量
- nD Array的形状和访问(slice)
- Matplotlib 画线图 1D
- Matplotlib 画点阵 2D
- Matplotlib 画图片 2D
- PyVista 画三维线图 (bonus)



# Python科学计算

## □ 线性代数复习与实现

数据类型

1

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 5 & 4 \end{bmatrix}$$

Dot product

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \sum a_i b_j$$

Cross product

$$\mathbf{a} \times \mathbf{b} = (a_2 b_3 - a_3 b_2, a_1 b_3 - a_3 b_1, a_1 b_2 - a_2 b_1)$$

Matrix Transpose

$$\mathbf{A} = [a_{ij}], \mathbf{B} = \mathbf{A}^T = [b_{ij}], b_{ij} = a_{ji}$$

Matrix Multiplication

$$\mathbf{A} = [a_{ij}], \mathbf{B} = [b_{ij}], \mathbf{C} = [c_{ij}] = \sum a_{ik} b_{kj}$$



## □ 线性代数复习与实现 – 点乘Dot product

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \sum a_i b_i = a_1 b_1 + a_2 b_2 + \dots + a_n b_n$$

### 算法（虚拟代码）

**Input:** 向量  $\mathbf{a} = (a_i)_n$ , 向量  $\mathbf{b} = (b_i)_n$ ,  $i \leq n$

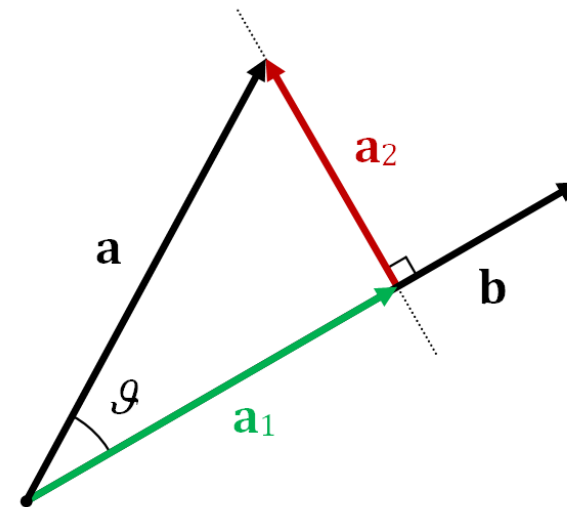
**Output:** 标量  $c$

Let  $c = 0$

For  $i = 1 \dots n$

Set  $c = c + a_i b_i$

Return  $c$



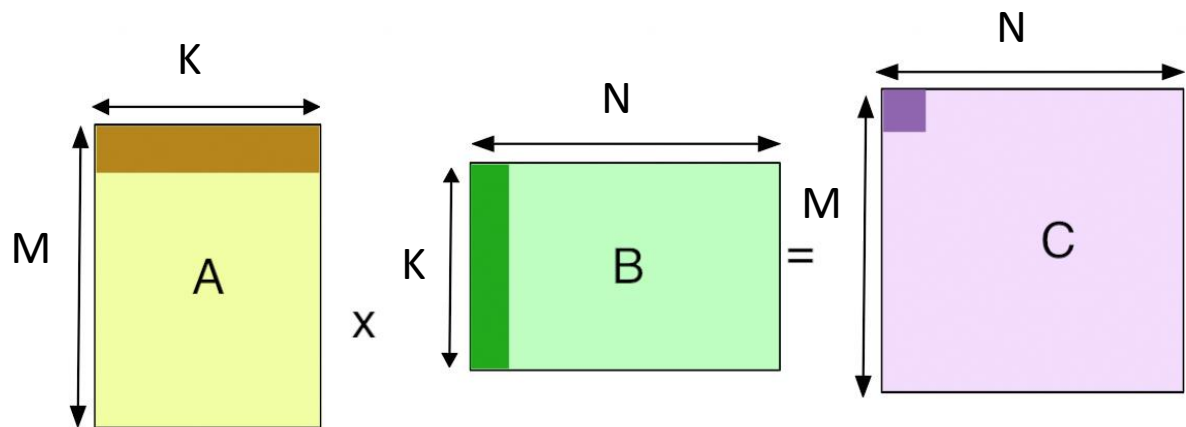
# Python科学计算

## □ 线性代数复习与实现 – 矩阵乘法Matrix Multiplication

### 算法（虚拟代码）

$$\mathbf{A} = [a_{ij}], \mathbf{B} = [b_{ij}]$$

$$\mathbf{C} = [c_{ij}] = \mathbf{AB} = \sum a_{ik} b_{kj}$$



<https://petewarden.com/2015/04/20/why-gemm-is-at-the-heart-of-deep-learning/>

**Input:**  $\mathbf{A} = [a_{ik}]_{M \times K}$ ,  $\mathbf{B} = [b_{kj}]_{K \times N}$

**Output:**  $\mathbf{C} = [c_{ij}]_{M \times N}$

Let  $\mathbf{C}$  be a new matrix

For  $i = 1 \dots M$

    For  $j = 1 \dots N$

        Let  $\text{sum} = 0$

        For  $k = 1 \dots K$

            Set  $\text{sum} = \text{sum} + a_{ik} b_{kj}$

$c_{ij} = \text{sum}$

Return  $\mathbf{C}$

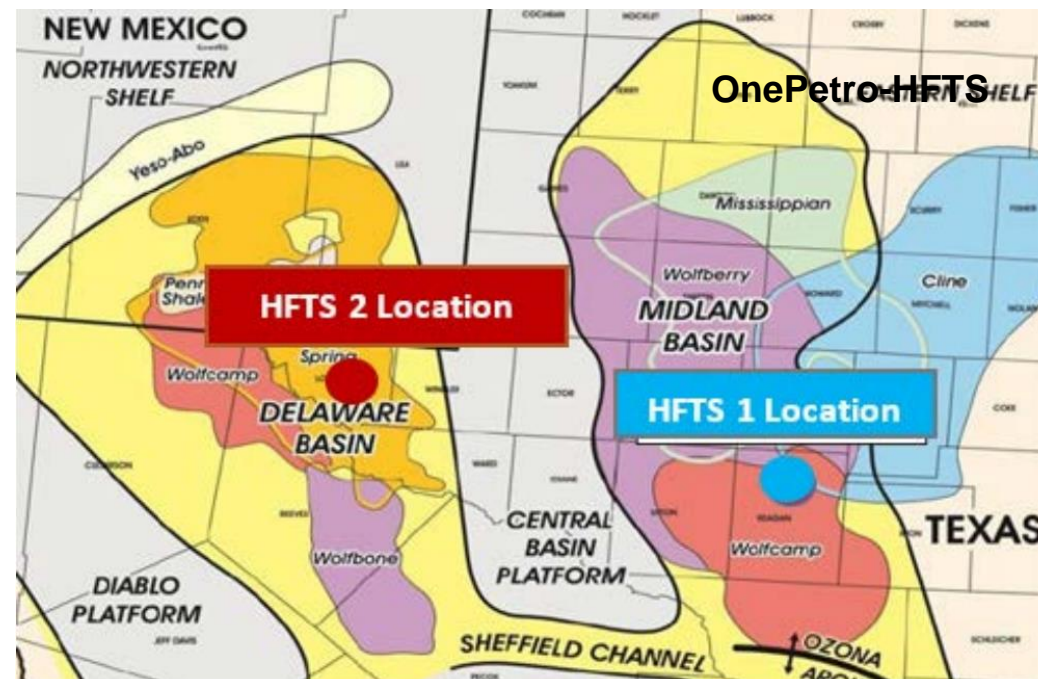




# Python科学计算

## □ 中期Project 预览 – HFTS 12 美国压裂矿场实验

- Permian 盆地，非常规页岩油气
- 11口水平井，1口斜取芯井，1口直探井
- 450段水力压裂
- 全面的水力压裂监测
  - ✓ 微地震，支撑剂示踪，试井分析
  - ✓ 永久式光纤，裂缝面取芯，形貌扫描
  - ✓ 地球化学时域取样，井下压力传感器
- 会议报告29次，现场数据开源



30多家单位联合，累计投入9000万美元

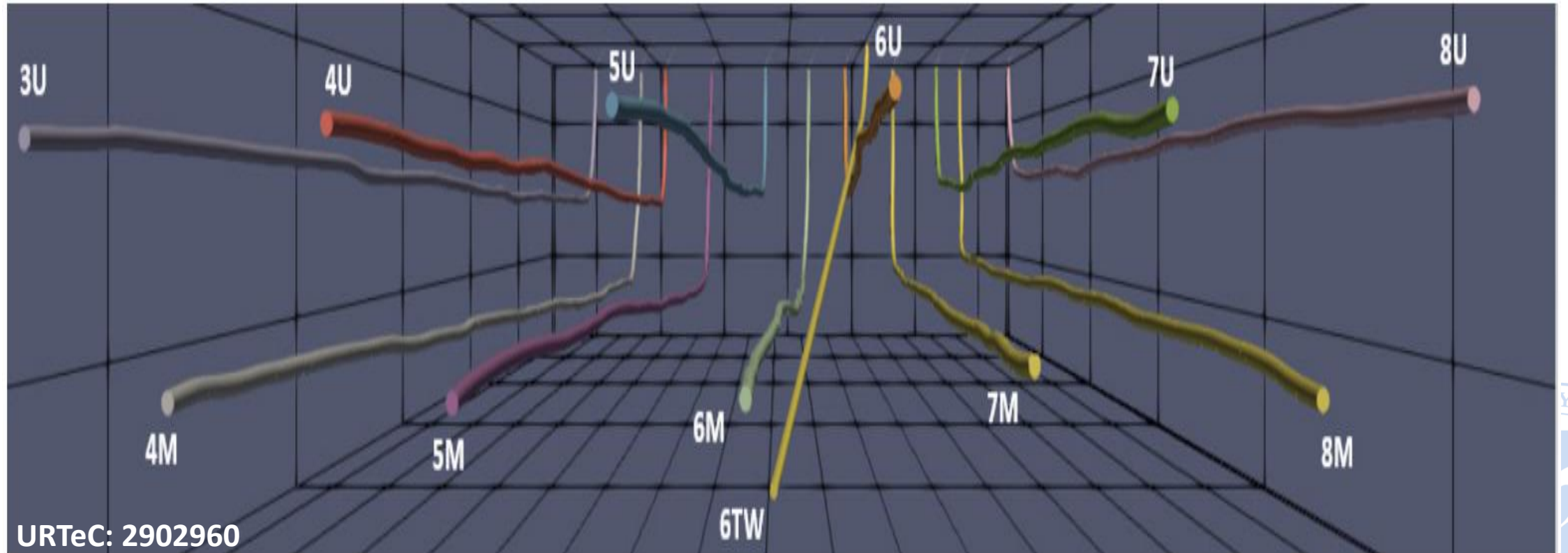


# Python科学计算

## □ 中期Project 预览 – HFTS 12 美国压裂矿场实验

开源数据: <https://edx.netl.doe.gov/group/hfts-1-phase-1-group>

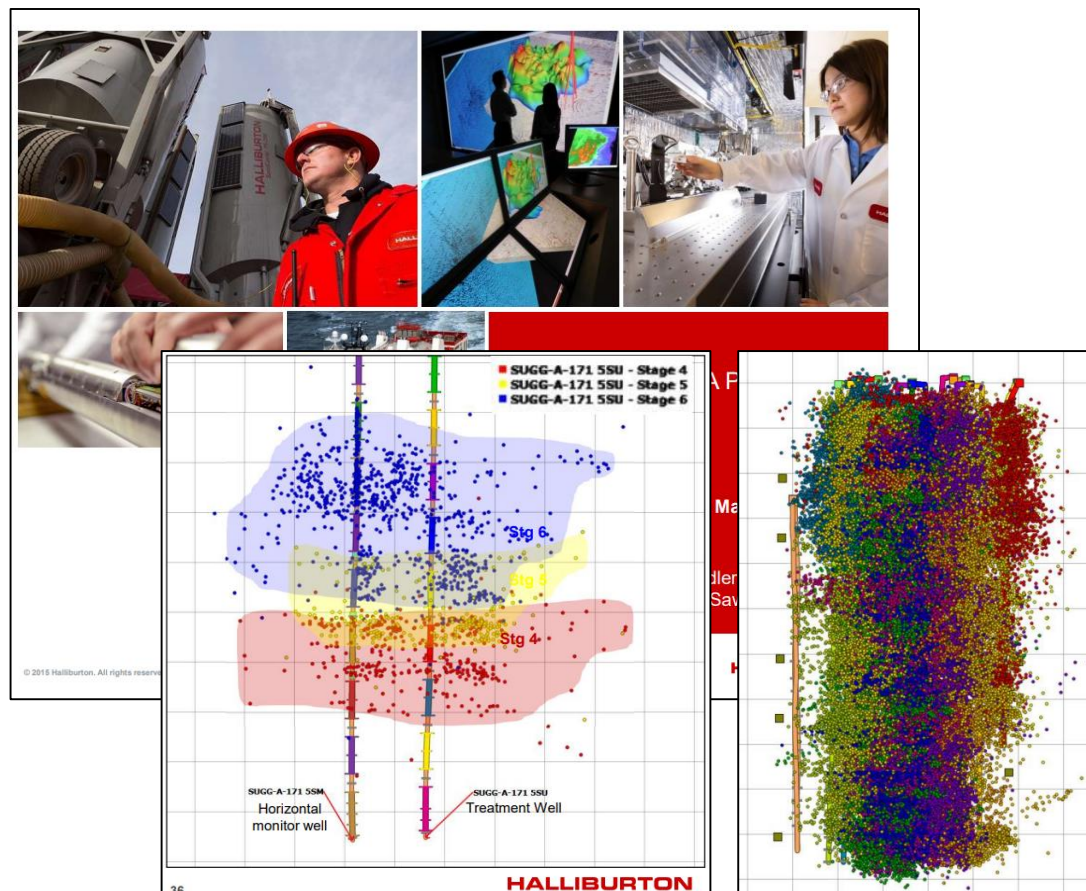
数据总量: 186 GB



# Python科学计算

## □ 中期Project 预览 – HFTS 微地震数据处理及可视化

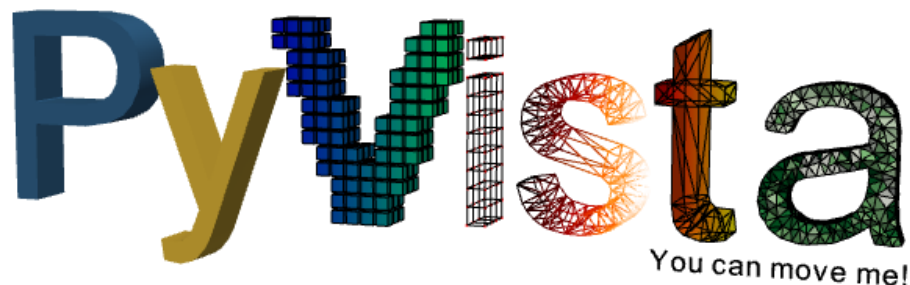
- 组队或者单人（不超过3人）
- OnePetro阅读文献，选择一口井
- openpyxl读单井数据Excel
- Matplotlib画2D井眼轨迹
- Matplotlib微地震散点图
- PyVista三维画图（奖励任务）



# Python科学计算

## □ 搜索和安装第三方扩展包

- Google 搜索 “关键词” + Python Github
- pip install 安装
- 查看官方案例学习与测试



OpenPyXL 





# Python科学计算

## □ 学习目标

学习目标	学习成果	效果考察	课程活动
应该掌握哪些知识？	应该能够做哪些事情？	怎么考察学生？	应该怎么学习？
<b>1. Numpy和Matplotlib入门</b> <b>2. Python实战</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 向量点乘</li><li>• 矩阵转置</li><li>• 矩阵相乘</li></ul> <b>3. 搜索并使用第三方库(Excel)</b>	<b>1. 能够使用Numpy创建向量和矩阵</b> <b>2. 能够使用Matplotlib画图</b> <b>3. 能够手动对简单线性代数问题进行编程</b> <b>4. 能够安装第三方库</b>	<b>1. 测试学生是否能运行代码</b> <b>2. 测试Notebook使用情况</b> <b>3. 课堂测验简单问题</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 安装pyvista并运行</li><li>• 随机生成二维点云并画图</li></ul>	<b>1. 观看Python网络课程</b> <b>2. 完成课后作业7, 8, 9</b> <b>3. 启动中期Project</b>



## □ 线性代数复习与实现 – 叉乘Dot product

$$\mathbf{a} \times \mathbf{b} = (a_2b_3 - a_3b_2, a_1b_3 - a_3b_1, a_1b_2 - a_2b_1)$$

算法（虚拟代码）

**Input:** 向量  $\mathbf{a} = (a_i)_n$ , 向量  $\mathbf{b} = (b_i)_n$ ,  $2 \leq i \leq 3$

**Output:** 标量  $c$

Let  $c$  be a new variable

Set  $c = a_2b_3 - a_3b_2, a_1b_3 - a_3b_1, a_1b_2 - a_2b_1$

Return  $c$

