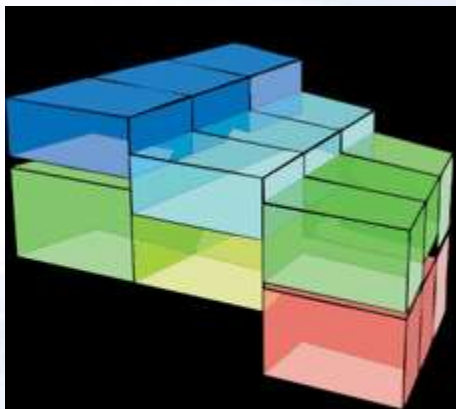
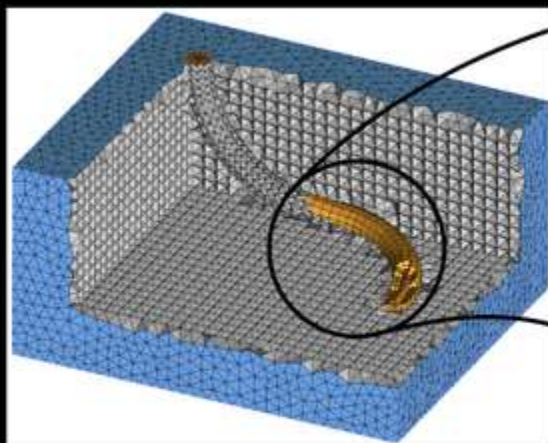




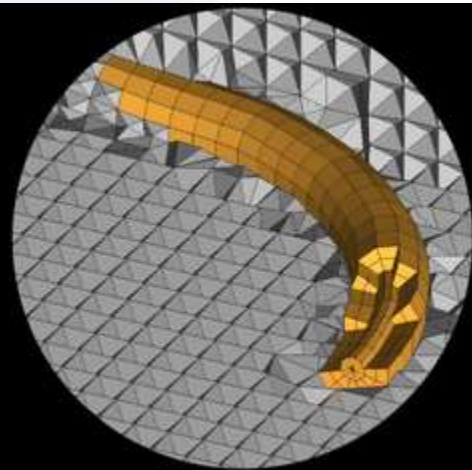
油气藏模型的网格



角点网格

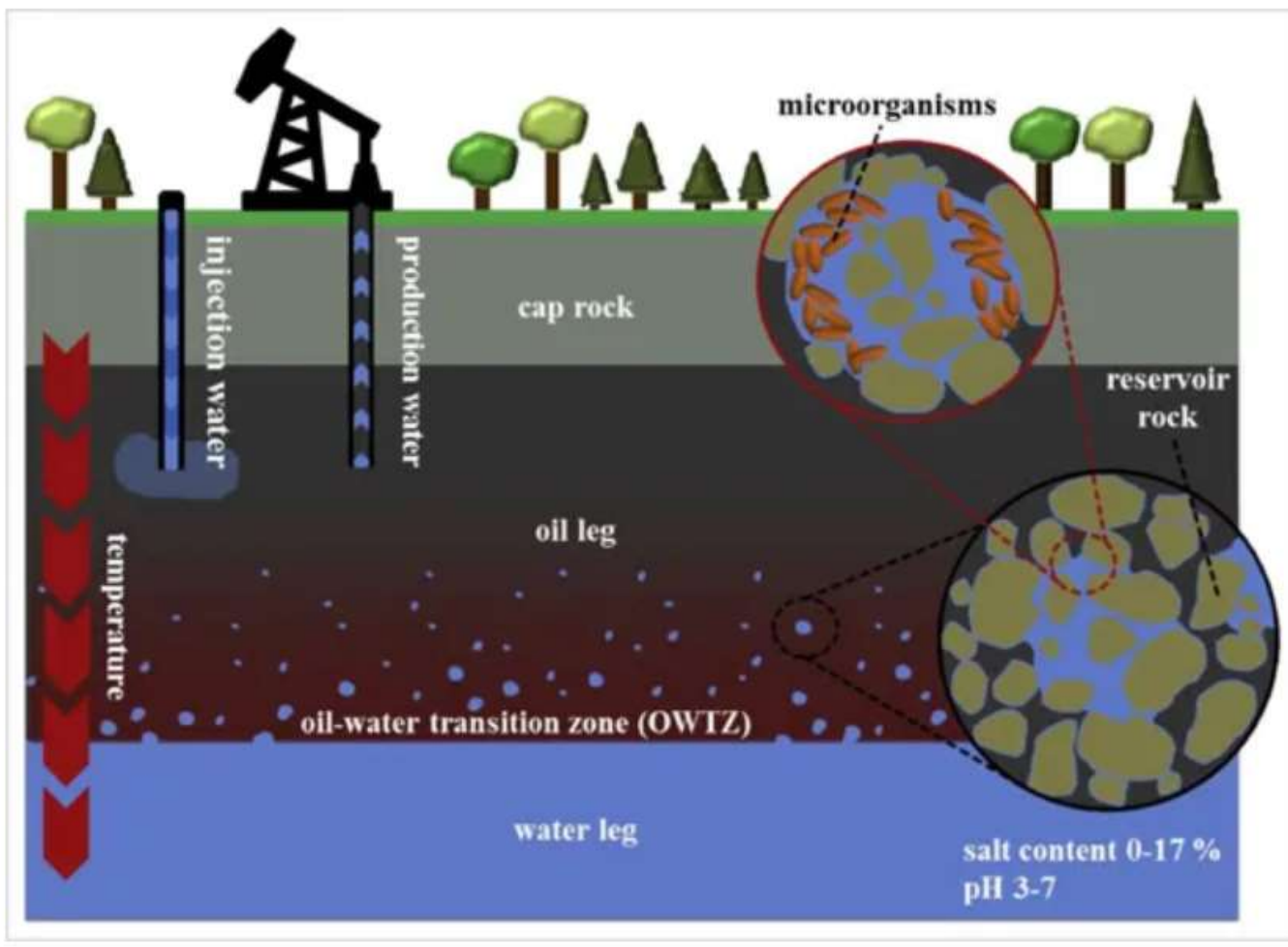


非结构网格（四面体）





- 角点网格（油气藏模拟器的工业标准）
- PEBI 网格
- 角点网格的生成及可视化
- 非结构网格的GEOSX



油气藏储层和开采示意图 (CMG)



角点网格原理

一个角点网格 (Corner-point Grid)，是由一套六边形单元组成，以笛卡尔方式平行排列。在一个水平层上，分配到待模拟的沉积床面上。以最简单的形式，一个角点网格以一套垂直或倾斜的柱子 (pillar) 来定义，这些柱子定义在一个侧向方向上的有一定面积的笛卡尔2D网格上。体角点网格内的各单元由4个柱子约束，通过指定单元的8个角点来定义一个体角点网格。

Jørg E. Aarnes, Stein Krogstad, Knut-Andreas Lie. Multiscale mixed/mimetic methods on corner-point grids. Comput Geosci (2008) 12:297-315.



角点网格原理

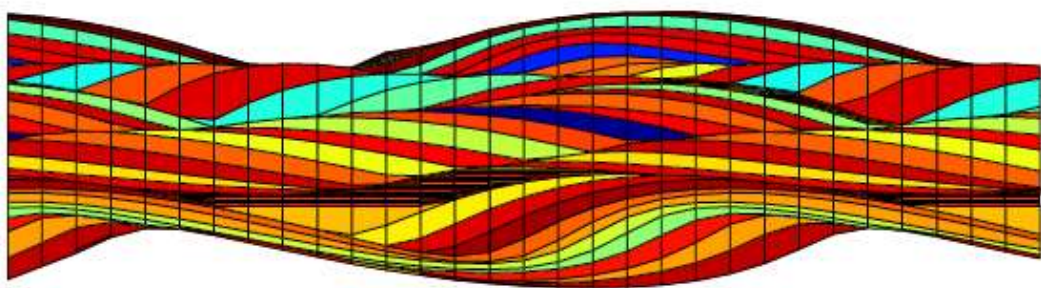


Fig. 1 Side view in the xz -plane of corner-point grid with vertical pillars modelling a stack of sedimentary beds (each layer indicated by a different colour)

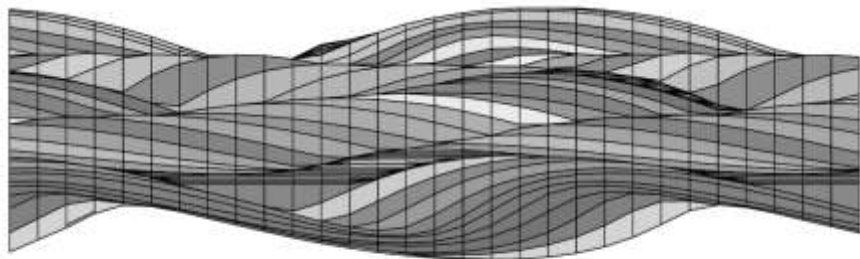


Fig. 2. Side view in the xz -plane of corner-point grid with vertical pillars modelling a stack of sedimentary beds (each layer indicated by a different colour).

图2显示了一个角点网格的侧视图。注意：有退化单元的情况，退化单元角点少于8个（不重叠的）角，其中的岩床部分冲蚀掉了。一些单元完全消失，因此引入新的单元连接，这些单元在笛卡尔网格上是不相邻的。

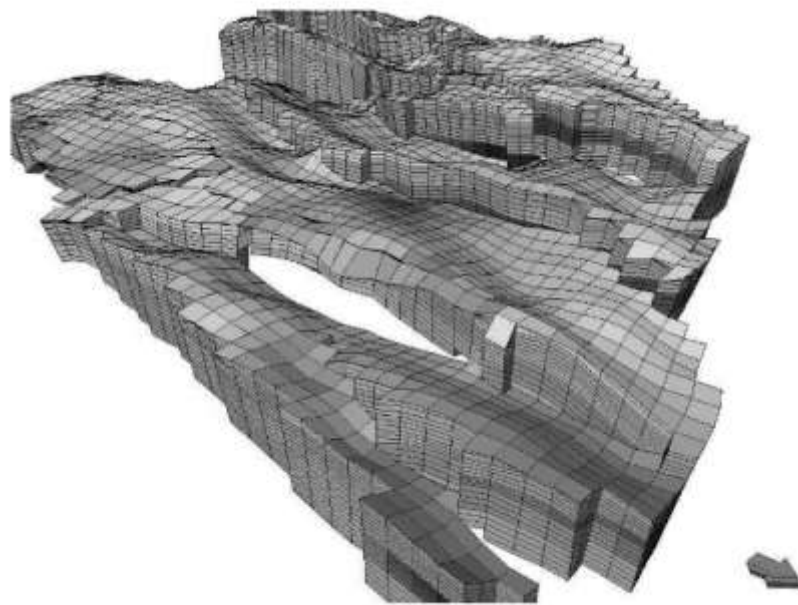


Fig. 3. Example of a geological grid model.



角点网格原理

使用地质模型作为流体模拟的输入会引入一些**数值困难**。

- 首先，一般油藏在侧向上绵延数百或数千km，但包含hydrocarbon的区域在垂向上仅数十m，由不同岩石特性的分层组成。因此，地质模型的网格单元有**很高的长宽比**通常大部分流体进出单元都发生在很**小面积**的界面上。

- 类似地，**渗透场的强各向异性和不均匀性**通常会在离散流体方程引入**高条件数**。

- 这些困难在规则的六面体单元组成的网格模型中也能观察到。



Corner Point Grid网格生成及可视化

MRST: 挪威科学和工业研究基金会 (SINTEF) 开发

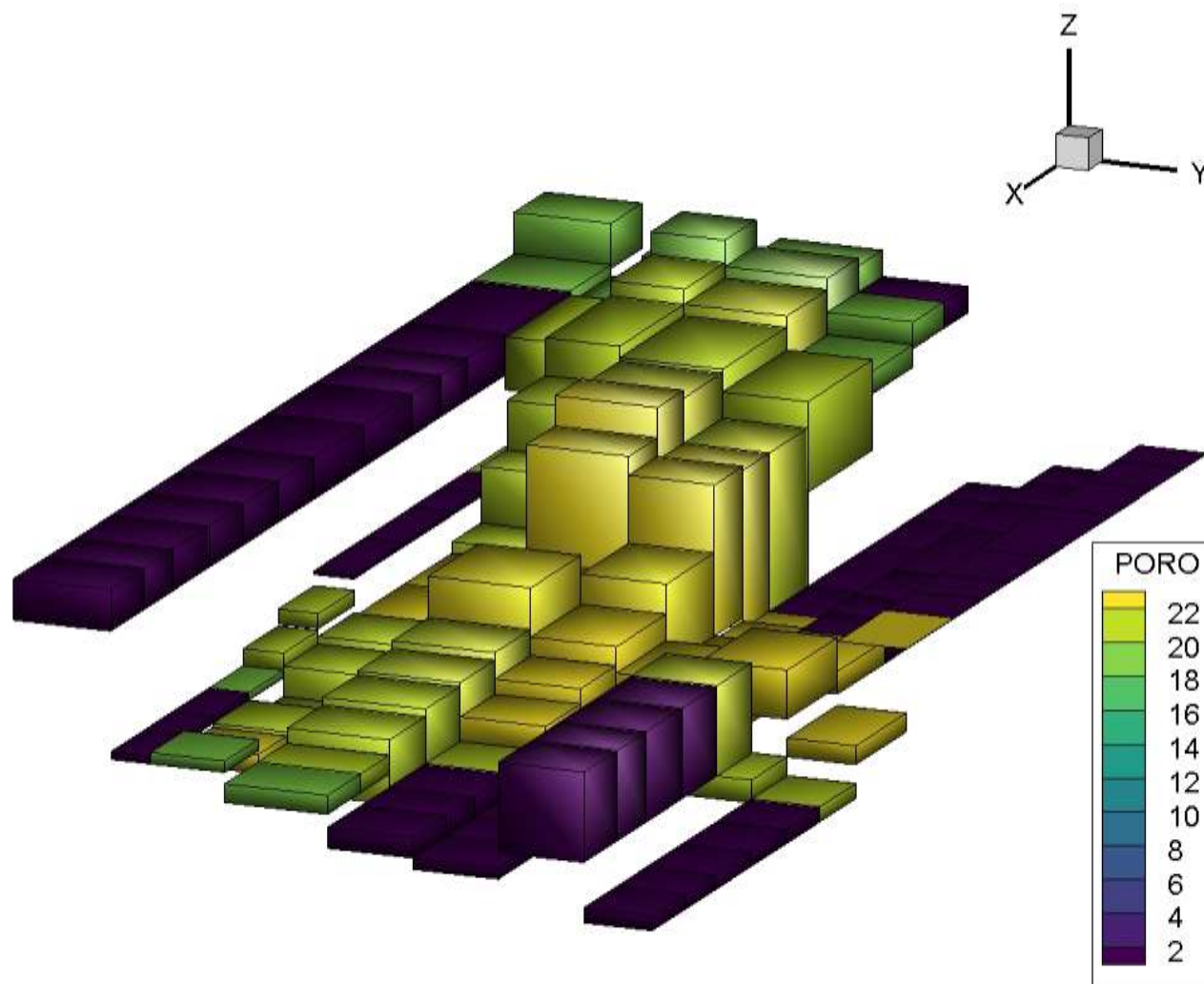
Petrel: 斯伦贝谢

Python: ecl-cornerpoint (github)



Corner Point Grid可视化工具

- (1) PyGRDECL: Python脚本, 将Eclipse/Petrel网格转换为ParaView的VTK格式。
- (2) APyCE Project: A Python-based Builder/Eclipse wrapper for 3D visualization of reservoir grids
- (3) eclipse_vision: Python脚本程序。



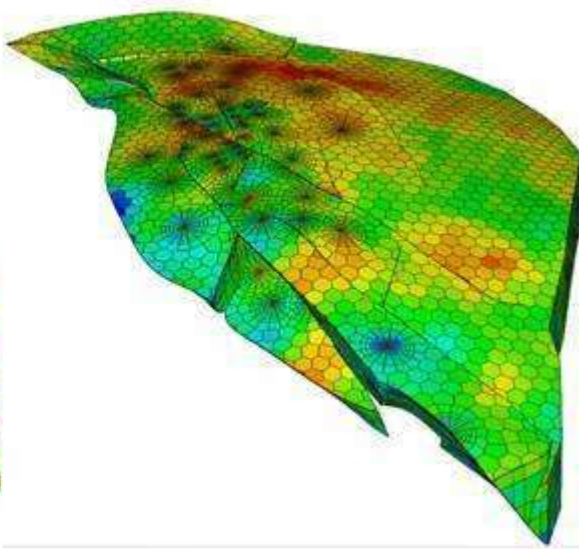
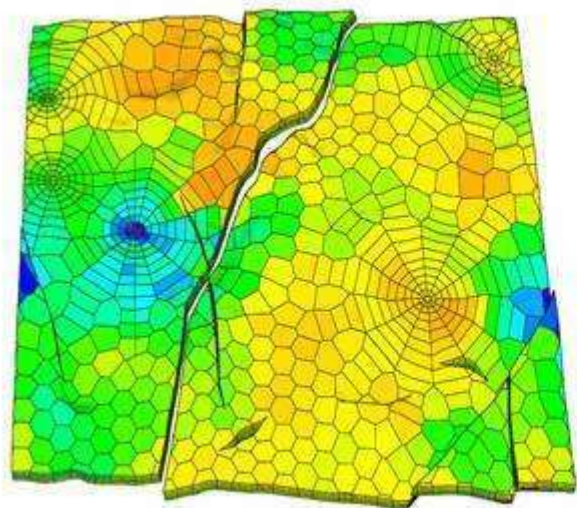
角点网格在Tecplot中的可视化



PEBI 网格

角点网格 无法保证**网格正交性**，存在数值求解难收敛的问题。

第三代油气藏模拟使用**非结构网格**，例如：PEBI 网格、完全的非结构网格（四面体网格）。



评述：

- PEBI 网格尽管可反映断层形态，并克服角点网格的缺点，但基于PEBI的油藏模拟器几乎少见，仅有MRST模拟器。

- HPC环境下的油藏非结构网格模型，如LLNL的GEOSX。



GEOSX 地质力学模型—黑油模型, 水力劈裂 模拟

新一代的地下多孔介质模拟器，主要特点就是：HPC+非结构网格
还处于重度开发阶段

